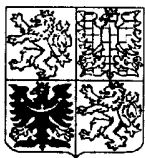


PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

288 534

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: 1997 - 891
(22) Přihlášeno: 22.09.1995
(30) Právo přednosti:
26.09.1994 US 1994/311802
(40) Zveřejněno: 13.08.1997
(Věstník č. 8/1997)
(47) Uděleno: 11.05.2001
(24) Oznámeno udělení ve Věstníku: 11.07.2001
(Věstník č. 7/2001)
(86) PCT číslo: PCT/US95/12195
(87) PCT číslo zveřejnění: WO 96/10890

(13) Druh dokumentu: B6

(51) Int. Cl.⁷:
H 04 M 3/30
H 04 M 3/24

(73) Majitel patentu:
TERADYNE, INC., Boston, MA, US;

(72) Původce vynálezu:
Bauer Frank R., Long Grove, IL, US;
Rosen Joseph S., Chicago, IL, US;
Schmidt Kurt E., Lindenhurst, IL, US;
Groessl David J., Mundelein, IL, US;

(74) Zástupce:
PATENTSERVIS PRAHA a.s., Jivenská 1273, Praha
4, 14021;

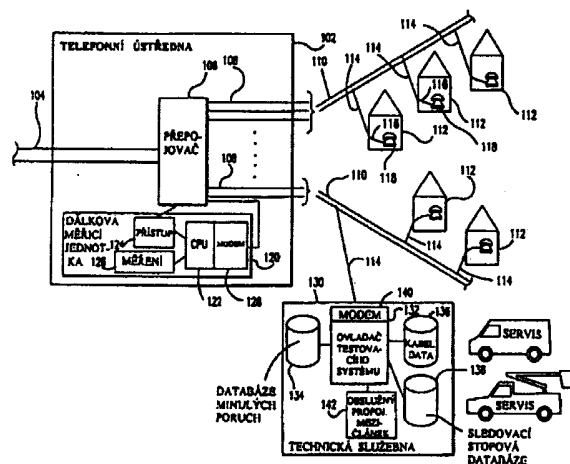
(54) Název vynálezu:

Zařízení pro určení úseku s poruchou ve fyzikálním přenosovém médiu telekomunikační sítě a způsob určení úseku s poruchou v účastnické lince telefonní sítě

(57) Anotace:

Zařízení zahrnuje prostředky pro měření parametrů zvolené z účastnických linek (108) v časové oblasti, napojené na paměťové prostředky pro ukládání parametrů a s měřicími a paměťovými prostředky spojené porovnávací prostředky, a jeho podstata spočívá v tom, že prostředky pro měření parametrů pro zvolenou účastnickou linku (108) jsou napojené na paměťové prostředky pro uchovávání hodnot parametrů pro zvolenou účastnickou linku (108) příznačných v prvním čase, přičemž s uvedenými měřicími a paměťovými prostředky spojené porovnávací prostředky jsou prostředky pro porovnávání uchovávaných hodnot parametrů naměřených v prvním čase s parametry zvolené účastnické linky (108) naměřenými ve druhém čase a pro určení místa poruchy v síti na základě změny parametrů. Způsob spočívá v provedení reflektometrického měření pro zvolenou účastnickou linku (108) v prvním čase, kdy na účastnické lince (108) nejsou žádné poruchy a uložení parametrů z tohoto měření do paměti, provedení dalšího reflektometrického měření pro tuto účastnickou linku (108) ve druhém čase, kdy se na účastnické lince (108) vyskytuje porucha a porovnání uložených

parametrů s parametry získanými měřením ve druhém čase a určení úseků telefonní sítě s poruchou.



CZ 288534 B6

Zařízení pro určení úseku s poruchou ve fyzikálním přenosovém médiu telekomunikační sítě a způsob určení úseku s poruchou v účastnické lince telefonní sítě

5 Oblast techniky

Vynález se všeobecně vztahuje k telekomunikačním sítím a obzvláště se zaměřuje na způsob lokalizování poruch v telefonní síti.

10

Dosavadní stav techniky

15 Telefonní sítě obsahují přinejmenším jednu dvojici vodičů, které připojují jednotlivého účastníka k síti, a tato dvojice vodičů se nazývá "účastnická linka". Všechny takové dvojice vodičů, které se nacházejí v určité zeměpisné oblasti, se sbíhají v telefonní ústředně. Telefonní ústředna, která je někdy označována jako ústředna 5. třídy, obsahuje elektronický obvod, který se nazývá "přepojovač".

20 Přepojovač je také připojen k meziměstským telefonním linkám, které jsou vedeny k dalším telefonním přepojovačům společnosti, jež telefonní síť provozuje. Při uskutečňování hovoru provede přepojovač v telefonní ústředně, ke které je místo účastníka připojeno, přepojení dvojice vodičů řečeného účastníka na meziměstskou linku. V systému telefonní sítě je tato meziměstská linka připojena k přepojovači v telefonní ústředně poblíž volané strany. Přepojovač v přijímací ústředně propojí zmíněnou meziměstskou linku k dvojici vodičů vedených k účastníkovi, který 25 telefonní hovor přijímá.

Tímto způsobem mohou být meziměstské linky telefonní sítě přepojovány, výsledkem čehož je přenášení hovorů od různých účastníků v různých časech. Vedení telefonních hovorů po meziměstských linkách telefonní sítě umožňuje dosahovat značné výkony. Telefonní síť také 30 obvykle obsahuje více meziměstských linek, než je v daném čase potřeba. Pokud je na jedné meziměstské lince porucha, lze hovory přeměrovat na jiné meziměstské linky v telefonní síti do té doby, než je porucha na vedení odstraněna.

35 Nicméně v určitém místě musí stále existovat jen jedna dvojice telefonních vodičů spojujících jednotlivého účastníka s přepojovačem. Dojde-li k poruše takové dvojice vodičů, ztrácí účastník možnost využívání telefonních služeb nebo dochází ke snížení úrovně těchto služeb, protože účastník má vyhrazenou jednu dvojici vodičů. Proto je velmi důležité, aby telefonní společnosti udržovaly takové linky v dobrém technickém stavu. Jestliže se objeví porucha v těchto účastnických linkách, snaží se telefonní společnost provést opravu co nejdříve.

40

Rychlá oprava je však naneštěstí velmi obtížná kvůli velkému množství, uváděno v metrech vedení, účastnických linek. Telefonní společnost může mít v určitém teritoriu miliony telefonních účastníků, přičemž průměrná vzdálenost od telefonní ústředny může být uváděna v kilometrech. Výsledkem toho jsou miliony metrů vedení účastnických linek. Dojde-li k poruše, musí být před 45 provedením opravy nejdříve místo poruchy lokalizováno v těchto milionech metrů vodičů.

V souvislosti s řešením tohoto problému používá většina telefonních společností automatizované testovací vybavení, které napomáhá rozpoznávat poruchy. Jedním příkladem takového testovacího vybavení je výrobek obsahující testovací a měřicí jednotku (zkratka TMU podle anglického "test and measurement unit"), která je instalována v telefonní ústředně a je připojena k přepínači. TMU 50 může vstupovat do jednotlivých účastnických linek přes přepínač. TMU obsahuje několik měřicích zařízení, které využívá k měření různých parametrů účastnické linky.

Měřením získané parametry linky jsou odeslány do řídicí jednotky pro testování systému (zkratka TSC podle anglického "test system controller"), která je obvykle umístěna ve služebně telefonní společnosti. TSC je v podstatě počítač, který je programován tak, aby analyzoval parametry naměřené na každé lince a aby určoval, kdy a na kterých linkách bude prováděno měření. TSC srovnává naměřené parametry jednotlivých linek s hodnotami, které lze považovat za vyhovující pro dobrou linku. Pokud naměřené hodnoty překračují přijatelný rozsah, je detekována porucha.

Je-li porucha detekována, vyše telefonní společnost opraváře s úkolem poruchu najít a opravit. Z hlediska dosavadní historie telekomunikací zaměstnávají telefonní společnosti tři typy opravářů: ty, kteří opravují poruchy na ústředně; ty, kteří opravují poruchy na kabelech, v nichž jsou vedeny dvojice účastnických vedení v oblasti dosahu služeb telefonní společnosti; a ty, kteří opravují poruchy na "stanici". Výraz "stanice" označuje úsek účastnického vedení od místa, kde je vyvedeno z kabelu, až do objektu zákazníka. Uvedené rozdílné specializace opravářů vyžadují rozdílné typy technického vybavení a s tím související rozdílné způsoby odborné přípravy, které jsou orientovány na konkrétní podmínky a problémy, jimž budou opraváři čelit. Například opravář, který bude vyslán na opravu kabelu, může být vybaven reflektometrovou jednotkou pro měření v časové oblasti (zkratka TDR podle anglického "time domain reflectometer). Po připojení této jednotky na telefonní vedení jsou do dané linky vysílány elektrické impulzy. Když impulz dorazí k otevřenému obvodu nebo ke zkratové poruše obvodu, odrazí se zpět k jednotce TDR. Na základě změřením časového úseku, v jehož průběhu impulz postupuje vpřed k poruše, může být vypočítána vzdálenost mezi detekovanou poruchou a opravářem. Tímto způsobem mohou být místa poruch určována na úseku vedení kabelu. Avšak takový přístroj by pravděpodobně nepotřeboval opravář odstraňující poruchy na telefonní ústředně.

Aby bylo usnadněno vysílání personálu podle příslušné odborné specializace, v současnosti používané automatické přístrojové vybavení pro testování vedení oznamuje, zda je porucha s největší pravděpodobností v telefonní ústředně, v kabelu nebo ve stanici. Toto členění poruch je prováděno na základě posouzení těch parametrů vedení, které se odlišují od očekávaných hodnot. Dlouhodobým pozorováním bylo zjištěno, že poruchy v rozdílných místech často vykazují parametry v rozdílných rozmezích.

Avšak pouhé začlenění poruchy do jedné ze tří uvedených oblastí nepostačuje. Konkrétně stanice obsahuje vodiče, které vlastní telefonní společnost a které vlastní účastník. Telefonní společnost vlastní, a tudíž je zodpovědná za opravy, "odbočky". Tato odbočka je vedení od kabelu k objektu účastníka. Účastník vlastní, a tudíž je zodpovědný za opravu, vodičů uvnitř svého objektu. Odbočka je obvykle oddělena od vedení uvnitř objektu síťovou propojovací jednotkou, která je upevněna na straně objektu zákazníka. Když telefonní společnost vysílá opraváře na opravu poruchy na stanici, nemůže si být nikdy jista, zda bude oprava poruchy spadat do zodpovědnosti telefonní společnosti nebo účastníka. Když se případně zjistí, že závada je na vedení uvnitř objektu, nemůže být porucha odstraněna, protože opravář nemá přístup do objektu. Navíc v takovém případě existuje problém vyměření nákladů souvisejících s rozsahem provedené opravy. Když porucha skutečně existuje uvnitř objektu, je telefonní společnost zmocněna účtovat účastníkovi náklady za opravu jen tehdy, když účastník se zaplacením předem souhlasí. Přesto získání předběžného souhlasu daného účastníka vyžaduje, aby telefonní společnost nejdříve provedla opatření s cílem určit, zda je porucha ve vedení uvnitř objektu, přičemž náklady na takové opatření jdou na účet telefonní společnosti. V jiném případě musí telefonní společnost účastníka upozornit, že mohou vzniknout výlohy, které souvisejí s vyhledávací činností opraváře. Mnozí účastníci telefonní sítě nesouhlasí s tímto způsobem vyžadování zodpovědnosti za hrazení výloh spojených s opravou.

Proto na základě právě uvedené skutečnosti existuje značné úsilí, jehož výsledkem má být způsob určení, zda porucha stanice je v úseku přípojky nebo uvnitř objektu účastníka. Jedním poměrně široce uznávaným řešením je použití dálkového oddělovacího zařízení (RID). RID je dálkově řízený spínač, který je instalován na propojovacím předělu mezi vedením uvnitř objektu

a odbočkou. Když RID přijme povel vyslaný z automatického systému pro testování telefonních linek, odpojí vodiče instalované uvnitř objektu od vodičů odbočky. Následně tento automatický systém pro testování telefonních linek prověří vedení za situace, kdy je už vedení uvnitř objektu odpojeno. Pokud porucha trvá i nadále, může být místo jejího výskytu dáváno do souvislosti s odbočkou nebo je přinejmenším vyloučeno, že porucha je na vedení uvnitř objektu.

Protože každá účastnická linka musí obsahovat svůj vlastní RID, byla by každá telefonní společnost povinna nakoupit desítky tisíc nebo dokonce i miliony součástek RID. Proto je veliké úsilí napřeno na vyvinutí takových součástek RID, které mají nízké výrobní náklady a tím i nízkou prodejní cenu. Avšak použití RID při vybavování všech účastnických linek, byt' stojí dokonce jen několik dolarů, vyžaduje celkově značně vysoké výdaje. Navíc doposud existující technická vybavení pro testování telefonních vedení by musela být modifikována pro součinnost s RID. Pouze několik málo telefonních společností se rozhodlo pro takové výdaje. Výsledkem toho je, že i nadále existuje mimořádná potřeba vytvoření podmínek pro určování míst poruch na účastnických linkách, a to přinejmenším potud, aby telefonní společnost mohla s nejvyšší pravděpodobností určit ještě před vysláním opraváře, zda je porucha ve vedení uvnitř objektu.

Podstata vynálezu

S vědomím uvedeného dosavadního stavu v této oblasti techniky je cílem tohoto vynálezu poskytnout způsob a zařízení pro určení místa poruchy telefonního vedení.

Cílem je rovněž odlišit poruchy stanice v objektu účastníka od poruch v odbočce.

Ještě dalším cílem je vyvinout automatické zařízení pro testování linek, které může odlišit vysokoimpedanční zakončení od poruchy způsobené přerušením obvodu.

Navíc je cílem tohoto vynálezu vyvinout automatické zařízení pro testování linek, které bude detekovat poruchy způsobené překřížením vodičů nebo poruchy, kdy je jeden z dvojice vodičů v dotyku buď s nulovým elektrickým potencionálem, nebo s cizím potencionálem.

Uvedeného se dosahuje zařízením pro určení úseku s poruchou ve fyzikálním přenosovém médiu telekomunikační sítě mající linky, které zahrnuje prostředky pro měření parametrů zvolené linky v časové oblasti, napojené na paměťové prostředky pro ukládání parametrů a s měřicími a paměťovými prostředky spojené porovnávací prostředky, a jehož podstatou je, že prostředky pro měření parametrů pro zvolenou linku jsou napojené na paměťové prostředky pro uchovávání hodnot parametrů pro zvolenou linku příznačných v prvním čase, přičemž s uvedenými měřicími prostředky a paměťovými prostředky spojené porovnávací prostředky jsou prostředky pro porovnávání uchovávaných hodnot parametrů naměřených v prvním čase s parametry zvolené linky naměřenými ve druhém čase a pro určení místa poruchy v síti na základě změny parametrů. Zařízení je v jednom výhodném provedení s telekomunikační sítí je tvořena telefonní sítí a každá účastnická linka obsahuje vodiče zakončené v účastnických objektech a prostředky pro určování míst poruch jsou tvořeny prostředky pro rozlišování mezi poruchami na vodičích uvnitř objektů účastníků a poruchami v jiných úsecích sítě.

Zařízení podle dalšího výhodného provedení obsahuje paměťové prostředky pro uchovávání parametrů pro zvolenou linku příznačných v prvním čase, v němž se na účastnické lince nevyskytují žádné poruchy, tvořené sledovací stopovou databází.

Zařízení podle ještě dalšího výhodného provedení obsahuje paměťové prostředky pro uchovávání parametrů tvořených stopou získanou reflektorem pro měření v časové oblasti, například sledovací stopovou databází.

Výhodně může telefonní síť zahrnovat telefonní ústřednu a prostředky pro měření obsahující měřicí jednotku, umístěnou v telefonní ústředně.

5 Podle ještě dalšího výhodného provedení telefonní síť zahrnuje technickou služebnu a paměťové prostředky obsahující energeticky nezávislou paměť pro hromadné ukládání dat, jako disketové paměťové jednotky nebo páskové paměťové jednotky, která je připojena k počítači tvořícímu testovací systém a umístěnému v technické služebně.

10 Prostředky pro určování místa poruchy mohou zahrnovat počítač, obsahující expertní systémy, kdy každý z těchto systémů má výstup představující předpověď místa poruchy a dále prostředky pro vyselektování místa poruchy na základě výstupů určitého počtu expertních systémů.

15 Zařízení podle jiného výhodného provedení má určitý počet expertních systémů obsahujících jednak expertní systém tvořený klasifikátorem na bázi pravidel aplikovaným pro určení místa poruch na měřené parametry a jednak expertní systém tvořený klasifikátorem na bázi případů, pro určení místa poruch aplikací případů, které jsou výjimkami z pravidel, na měřené parametry.

20 Zařízení podle vynálezu může mít určitý počet expertních systémů obsahujících expertní systém tvořený klasifikátorem na bázi stromu podmíněných pravděpodobností, kdy každá podmíněná pravděpodobnost je pravděpodobností toho, že porucha je v předem určeném úseku sítě, jenž je vymezen hodnotami měřených parametrů.

25 Shora uvedených cílů se dále dosahuje i způsobem určení úseku s poruchou v účastnické lince telefonní sítě prostřednictvím zařízení podle některého ze shora uvedených provedení, které je připojeno k přepojovači v telefonní síti a které má schopnost provádět reflektometrická měření v časové oblasti, kde podstata způsobu spočívá v tom, že se provede reflektometrické měření pro zvolenou účastnickou linku v prvním čase, kdy na lince nejsou žádné poruchy a parametry z tohoto měření získané se uloží do paměti, poté se provede další reflektometrické měření pro tuto účastnickou linku ve druhém čase, kdy se na lince vyskytuje porucha a nakonec se porovnají
30 uložené parametry s parametry získanými měřením ve druhém čase a určí se, ve kterém segmentu telefonní sítě se porucha vyskytuje.

35 Při porovnávání parametrů se výhodně zjišťuje výskyt poruchy na zakončení účastnické linky na vodičích v objektu účastníka.

Při zjišťování výskytu poruchy na vodičích v objektu účastníka se dále výhodně lokalizuje odražený impulz v reflektometrickém měření provedeném v prvním čase, indikující přerušení v účastnické lince a zjišťuje se přítomnost odpovídajícího odraženého impulzu v reflektometrickém měření v druhém čase, přičemž v případě zjištění jeho přítomnosti se indikuje výskyt
40 poruchy na vodičích v objektu účastníka.

Způsob podle dalšího výhodného provedení vynálezu obsahuje krok indikování výskytu poruchy na telefonní lince v místě mimo vodiče v objektu účastníka při zjištění nepřítomnosti odraženého impulzu v reflektometrickém měření ve druhém čase.
45

Krok lokalizace odraženého impulzu v reflektometrickém měření v prvním čase konečně výhodně zahrnuje lokalizování odraženého impulzu generovaného síťovým předělovým mezičlánkovým zařízením.

50 Systém pro testování linek tedy ukládá parametry charakteristické pro každou linku, které jsou měřeny znovu, když je linka v poruchovém stavu. Aby mohlo být určeno místo poruchy, jsou naměřené parametry srovnávány s uloženými parametry. V jednom provedení patří k charakteristickým parametrům i údaje odvozené z údajů reflektometrického měření v časové oblasti. Systém může lokalizovat poruchy analyzováním naměřených charakteristik linky místo

zjišťování souvislostí s údaji získanými reflektometrickým měřením. Systém může obsahovat určitý počet expertních systémů využívajících rozdílné způsoby pro rozlišování poruch a předběžně určujících místa poruch kombinováním svých výstupních údajů. Jedním z takových expertních systémů může být systém založený na porovnávání naměřených údajů s údaji podle pravidel a tudíž zaznamenávající poruchy na základě uplatňování pravidel nebo expertní systém, který identifikuje poruchy spadající do výjimek z pravidel a který takové poruchy překlasifikuje. Systém může obsahovat i detekční obvod vysokoimpedančních zakončení připojených k telefonní lince, jednotku pro detekování překřížených a s nulovým potenciálem zkratovaných telefonních vodičů s následným změřením napětí na druhém vodiči dvojice vodičů, přičemž linka je odporově ukončena. Uvedená a některá další provedení vynálezu budou podrobně popsána v následujícím popisu.

Přehled obrázků na výkresech

Vynálezu bude možno lépe porozumět na základě následujícího technického popisu a připojených výkresů, na nichž :

Obr. 1 je náčrtek telefonní ústředny a účastnických linek telefonní sítě uplatňující zařízení podle tohoto vynálezu.

Obr. 2 je blokové schéma znázorňující způsob segmentování poruch podle tohoto vynálezu.

Obr. 3 je blokové schéma, jež v souvislosti s blokovým schématem předvedeným na obr. 2 podrobněji znázorňuje sestavu expertních systémů.

Obr. 4 schematicky předvádí přehled struktury databází, které jsou využity v zařízení pro automatické testování linek podle tohoto vynálezu.

Obr. 5 je náčrtek sloužící k porozumění účelu použití reflektoměru pro měření v časové oblasti při segmentaci poruch podle tohoto vynálezu.

Obr. 6 je schéma porouchané telefonní linky, které je využitelné pro porozumění technickým postupům vysokoimpedančního měření podle tohoto vynálezu.

Příklady provedení vynálezu

Obr. 1 obecně znázorňuje část telefonní sítě, která může uplatnit způsob a zařízení pro detekování a lokalizování poruch podle tohoto vynálezu. Do telefonní ústředny 102 je přivedeno dálkové vedení 104, které spojuje telefonní ústřednu 102 s dalším rozvinutím sítě. Dálkové vedení 104 přenáší signály tvořící mnohonásobné telefonní hovory.

Dálkové vedení 104 je uvnitř telefonní ústředny 102 připojeno k přepojovači 106. Aby bylo vytvořeno spojení pro telefonní hovory, musí přepojovač 106 propojit dálkové vedení 104 s účastnickými linkami 108. Účastnické linky 108 odcházejí z telefonní ústředny 102 hromadně v kabelech 110. Kabele 110 jsou rozvedeny v dané zeměpisné oblasti, která je obsluhována příslušnou telefonní ústřednou 102. Kabele 110 jsou účelně vedeny v blízkosti účastnických objektů 112. Každý účastnický objekt 112 je připojen ke kabelu 110 prostřednictvím odbočky 114, která přivádí účastnickou linku do účastnického objektu 112.

Uvnitř účastnického objektu 112 jsou telefonní signály přenášeny prostřednictvím vodičů 116. Vodiče 116 spojují účastnický telekomunikační přístroj 118 s telefonní sítí.

Pro účely detekování a lokalizování poruch existuje na telefonní ústředně 102 prostředek pro měření parametrů linky 108 tvořený dálkovou měřicí jednotkou 120. Činnost dálkové měřicí jednotky 120 je řízena základní řídicí jednotkou 122 (označení CPU podle anglického výrazu "central processing unit"). CPU 122 může být některý z komerčně dostupných mikroprocesorů s podpůrným mechanickým zařízením. CPU 122 je programována s použitím standardních programovacích postupů tak, aby měření parametrů předem vybraných účastnických linek 108 probíhalo řízeně podle stanoveného programu.

Dálková měřicí jednotka 120 rovněž obsahuje přístupové technické vybavení 124 a měřicí technické vybavení 126. Aby mohlo být měření vybraných parametrů linky 108 prováděno, musí být zmíněné měřicí technické vybavení 126 připojeno k účastnické lince 108. Přístupové technické vybavení 124 je připojeno k přepojovači 106 tak, aby propojilo měřicí technické vybavení 126 k jedné nebo většímu počtu specifikovaných účastnických linek 108. CPU 122 ovládá činnost přístupového technické vybavení 124, které zajišťuje přístup do určité účastnické linky 108 podle toho, jak určuje program CPU 122. Přístupové technické vybavení 124 může také připravit postupy pro měření příslušných účastnických linek 108. Například může přivést do vodičů linky 108 oznamovací tón nebo napětí z přepojovače 106.

Měřicí technické vybavení 126 generuje nebo přijímá různé testovací signály nebo provádí předem stanovená měření parametrů. Měří napětí, intenzitu, odpor, kapacitu a indukčnost elektrického proudu, dále měří frekvence tónů na vedení, náboj akumulovaný na vedení a impedanci. Rovněž generuje impulzy a zachycuje výsledný signál na určené účastnické lince 108, čímž napomáhá měřením prováděným pomocí reflektometru pro měření v časové oblasti. Výsledná měření mají digitální podobu, takže mohou být bez problémů předávány do CPU 122.

Dálkovou měřicí jednotkou 120 by mohl být komerčně dostupný systém pro testování telefonních linek takového typu, jako je již v předcházejícím textu zmíněný testovací přístroj známý ze stavu techniky. Tento přístroj může být modifikován tak, aby obsahoval přídavná měřicí zařízení, nebo může být programován tak, aby prováděl činnosti, které budou popsány v dalším textu.

Dálková měřicí jednotka 120 je připojena k porovnávacímu prostředku tvořenému testovací systémem 132 (označení TSC podle výrazu "test system controller"). TSC 132 bývá často umístěn v technické služebně 130 telefonní společnosti. Na obr. 1 je příslušné propojení v telefonní síti znázorněno tak, že modem 128 je připojen k CPU 122 a modem 140 je připojen k TSC 132. Je možné použití i jiných komunikačních prostředků.

TSC 132 je komerčně dostupný digitální počítač pro všeobecné použití, který je programován pro provádění analýz údajů získaných činnostmi, jež budou uvedeny v dalším textu. TSC 132 má přístup do paměťových prostředků tvořených energeticky nezávislou pamětí pro hromadné ukládání dat, jako jsou disketové paměťové jednotky nebo páskové paměťové jednotky. Tato zařízení pro hromadné ukládání dat uchovávají několik databází. Tyto databáze shromažďují údaje, které jsou využitelné při detekování a lokalizování poruch. Databáze 134 pro shromažďování a uchovávání údajů z minulosti, která bude podrobněji popisována později v souvislosti s obr. 4A, uchovává informace o poruchách, které byly v telefonní síti zjištěny a které byly výsledně opraveny na základě vyslání opraváře. Kabelová databáze 136, jež bude podrobněji popsána v souvislosti s obr. 4C, uchovává informace o každém kabelu 110 a každé účastnické lince 108, která je vyvedena z přepojovače 106. Tyto informace mohou být uchovávány výhradně pro účely detekování a lokalizování poruch. Avšak telefonní společnost obvykle využívá mnoho informací obsažených v kabelové databázi 136 pro jiné účely. Po uložení údajů zcela postačuje, když k nim má přístup TSC 132. Sledovací stopová databáze 138, která bude podrobněji popsána později v souvislosti s obr. 4B, obsahuje údaje o jednotlivých účastnických linkách 108. Údaje této sledovací stopové databáze 108 charakterizují každou jednotlivou účastnickou linku 108 podle situace v době, kdy na ní nebyla zjištěna žádná porucha.

TSC 132 je připojen k obslužnému propojovacímu mezičlánku 142. Obslužným propojovacím mezičlánkem 142 mohou být různé prostředky od vhodného počítače až po lidský obslužný mezičlánek. Propojovacím mezičlánkem 142 může být jednoduše obrazovkový terminál a klávesnice. Mohou však být využity i důkladněji propracované obslužné propojovací mezičlánky 142, jako je simulovaný hlas nebo napojení na systém vyhledávání.

TSC 132 ohlašuje diagnózu poruchy lidské obsluhy prostřednictvím obslužného propojovacího mezičlánku 142. Hlášení o poruše na jedné z účastnických linek 108 uvádí, zda k poruše došlo v telefonní ústředně 102, ve vedení spojovacím telefonní ústřednu 102 s účastnickým objektem 112 nebo v účastnickém objektu 112. Údaje o místě poruchy jsou natolik přesné, že umožňují řídicímu personálu vyslat příslušnou opravářskou kapacitu za účelem provedení opravy. Navíc je ohlášen druh poruchy. Druhy poruchy jsou označovány jako zkraty, přerušení, uzemnění, překřížení nebo šumy. Toto hlášení poruchy a určení místa poruchy v síti, kde k poruše došlo, se nazývá "dispečerské hlášení". Identifikování a klasifikování poruch je známou funkcí existujícího technického vybavení. Zkraty, přerušení, dotyk s nulovým elektrickým potencionálem nebo překřížení mohou být detekovány mnoha způsoby měření parametrů dvojice vodičů, které tvoří účastnickou linku, a to s využitím střídavého nebo stejnosměrného proudu. Úroveň šumu je určována z váženého průměru měření s využitím střídavého proudu. Běžně používané postupy pro identifikování, o jaký druh poruchy jde, jsou využívány i v tomto případě. Přesné určení míst těchto poruch s následným sdělením údajů telefonní společnosti vlastníci vedení nebo účastníkovi vlastnickému vedení bez dálkového odpojovacího zařízení je však nová a použitelná informace.

V některých případech nebude TSC 132 schopen určit místo poruchy na základě jednoduché analýzy měření. V takových případech může být potřebný lidský řídicí zásah v souvislosti s měřeními prováděnými dálkovou měřicí jednotkou 120, aby poruchy byly přesně lokalizovány. V případě potřeby lidského řídicího zásahu obslužný propojovací mezičlánek 142 umožní, aby TSC 132 oznámil člověku ve funkci obsluhy, které lidské činnosti jsou vyžadovány. Člověk ve funkci obsluhy může následně instruovat účastníka nebo opraváře, jaké činnosti bude potřebné provést, aby byla porucha lokalizována. Účastník může být například instruován, aby ponechal svůj telefon vyvěšen po dobu provádění dalších měření.

Navíc obslužný propojovací mezičlánek 142 umožňuje osobě ve funkci obsluhy vkládat informace o porouchané účastnické lince 108. Takové informace mohou být využity k iniciování testu určité účastnické linky. V jiném případě mohou být využity v procesu lokalizování poruch. Obsluhující osoba by mohla zavolat na určitý počet telefonů v účastnických objektech a zjišťovat, zda všechny telefony vykazují stejný problém.

Po určení místa poruchy vyjíždí na příslušný pokyn opravář, aby poruchu opravil, a po provedení všech opravářských úkonů ohlásí nalezení a opravu poruchy. Tato informace je rovněž vložena do TSC 132. Je použita pro aktualizování databází a programu použitého v TSC 132. Informace o právě zjištěné poruše mohou být vloženy do TSC 132 prostřednictvím obslužného propojovacího mezičlánku 142 nebo prostřednictvím propojení s jiným počítačem (není předveden) telefonní společnosti, který shromažďuje a uchovává informace o opravářských úkonech.

Na obr. 2 je předvedeno blokové schéma celkového zapojení softwarového řídicího a testovacího systému, který je vytvořen z TSC 132 a dálkové měřicí jednotky 120. Výkon softwarové funkce začíná u kroku 210, kde je vybrána linka 108 pro účel testování. Všechny účastnické linky 108 jsou testovány periodicky. Navíc platí, že určité linky 108 jsou testovány na základě údajů, jež byly vloženy prostřednictvím obslužného propojovacího mezičlánku 142.

Při provádění kroku 212 jsou měřeny různé parametry linky 108. V upřednostňovaném provedení jsou těmito parametry napětí, elektrický proud a admitance. Každou účastnickou linku 108 tvoří dvojice vodičů, jež jsou v US tradičně nazývány jako "hovorový drát" a "vyzváněcí drát"

a v Evropě jako "A-drát" a "B-drát". Navíc telefonní ústředna 102 obvykle napájí B-drát takzvaným "bateriovým", stejnosměrným proudem majícím určité napětí a A-drát je připojen k nulovému elektrickému potenciálu. Parametry jsou měřeny v různých dvojicích vodičů, které mohou být vytvořeny z uvedených prvků. Navíc některá měření mohou být prováděna s využitím nebo bez využití připojení na bateriový, stejnosměrný proud mající určité napětí. Je prováděno měření specifických napětí, jimiž jsou napětí baterie ústředny, napětí A-drátu k nulovému elektrickému potenciálu, napětí B-drátu k nulovému elektrickému potenciálu, napětí střídavého proudu mezi A-drátem a nulovým elektrickým potenciálem při odpojení bateriového napětí od linky, napětí stejnosměrného proudu mezi A-drátem a nulovým elektrickým potenciálem při odpojení bateriového napětí od linky, napětí střídavého proudu mezi B-drátem a nulovým elektrickým potenciálem při odpojení bateriového napětí od linky a napětí stejnosměrného proudu mezi B-drátem a nulovým elektrickým potenciálem při odpojení bateriového napětí od linky. Dále je prováděno měření specifických elektrických proudů, a to stejnosměrný proud A-drátu k B-drátu, stejnosměrný proud B-drátu k A-drátu, stejnosměrný proud A-drátu k nulovému elektrickému potenciálu, stejnosměrný proud B-drátu k nulovému elektrickému potenciálu, stejnosměrný proud A-drátu k baterii, stejnosměrný proud B-drátu k baterii, stejnosměrný proud pozadí A-drátu k nulovému elektrickému potenciálu a stejnosměrný proud pozadí B-drátu k nulovému elektrickému potenciálu. Rovněž je prováděno měření admitancí, a to vodivost A-drátu k nulovému elektrickému potenciálu, jalová vodivost A-drátu k nulovému elektrickému potenciálu, vodivost B-drátu k nulovému elektrickému potenciálu, jalová vodivost B-drátu k nulovému elektrickému potenciálu, vodivost A-drátu k B-drátu, jalová vodivost A-drátu k B-drátu, vodivost B-drátu k A-drátu a jalová vodivost B-drátu k A-drátu. Stejnosměrné elektrické proudy jsou měřeny tak, že k jednomu vodiči z uváděné dvojice je připojen zdroj stejnosměrného proudu majícího určité napětí. Jsou prováděna dvě měření počítající s možností, že proud může být rozdílný v závislosti na tom, ke kterému vodiči linky bylo stejnosměrné napětí připojeno. Proud pozadí je takovým proudem, k němuž nebylo připojeno žádné stejnosměrné napětí.

Při realizaci kroku 214 jsou naměřené parametry využity k provedení předběžné analýzy, která ukáže, zda na dané lince 108 byla nebo nebyla zjištěna porucha. Při provádění kroku 214 jsou naměřené parametry využity pro vypočítání modelu stejnosměrného a střídavého proudu linky 108. V modelu stejnosměrného proudu je linka 108 modelována jako skupina pěti měrných elektrických odporů mezi čtyřmi body : A-drátem, B-drátem, baterií a nulovým elektrickým potenciálem. Model střídavého proudu je podobný s výjimkou toho, že nulový elektrický potenciál a baterie jsou chápány jako tentýž bod a propojení musí být pojímáno spíše jako tři komplexní admitance než jednoduché měrné odpory.

Po vytvoření uvedených modelů jsou poruchy detekovány tehdy, když se modelované měrné odpory nebo impedance liší od předpokládaných úrovní. Zkrat stejnosměrného proudu se například projeví tehdy, když měrný elektrický odpor mezi A-drátem a B-drátem je nižší než některý práh o přibližně 1 M Ω .

V rozhodovacím kroku 216 jsou výsledky předběžné analýzy provedené při realizaci kroku 214 prověřeny. Jestliže výsledky označují poruchu jako přerušení obvodu, pak tyto informace postupují do rozhodovacího bloku 218. Rozhodovací blok 218 určí, zda naměřené parametry nesprávně označují poruchu v důsledku přítomnosti vysokoimpedančního zakončení na lince 108. Telefony a další technická zařízení ukončující telefonní linky 108 tradičně měly vyzváněče, které byly připojeny na střídavý proud bez ohledu na úroveň přiváděného napětí. V nedávné době byly zavedeny telefony s vyzváněči v pevné fázi nebo telefony obsahující Zenerovu napěťovou regulační diodu, které je sériově zapojena s vyzváněčem. Tyto vyzváněče, které jsou nazývány vysokoimpedančními vyzváněči, není elektricky vodivá, dokud přiváděné napětí nepřekročí práh, jenž by občas mohl způsobit vyzvánění telefonu. Protože testování linek 108 se často provádí v noční době, není žádoucí přivádět takové napětí pro účely testování, které by bylo natolik vysoké, že by způsobilo vyzvánění telefonu. V souvislosti s tím může vysokoimpedanční

zakončení na lince vyprodukovat parametry, které se po jejich změření nacházejí ve stejném rozmezí jako parametry linky mající poruchu způsobenou přerušením obvodu. Aby se předešlo nesprávnému ohlášení poruchy přerušení obvodu, provede testovací blok 218 testování přítomnosti vysokoimpedančního zakončení. Když je zdání poruchy přerušení obvodu skutečně vyvoláno vysokoimpedančním zakončením, postoupí analýza do bodu označeného A.

Avšak, nemohou-li být testovací údaje ukazující výskyt poruchy přerušení obvodu potvrzeny na základě přítomnosti vysokoimpedančního vyzváněče, postoupí analýza do rozhodovacího bloku 220. Rozhodovací blok 220 určí, zda existuje odkazová stopa prověřované linky 108. Stopa je souhrn naměřených hodnot parametrů linky 108 z doby, kdy byla považována za linku 108 bez výskytu poruch.

Navíc sledovací databáze obsahuje stopu zaznamenanou MTDR (reflektometr pro měření v časové oblasti). MTDR je přístroj, který vysílá do linky 108 impulz. Jakékoli přerušení vodičů, jako je zkrat, přetržení nebo překřížení, způsobí, že zpět do svého zdroje se odrazí pouze část impulzu. Odražený signál je zachycen. Časový úsek, po který uvedený impulz probíhal ve vedení, slouží jako podklad pro vypočítání vzdálenosti místa přerušení od zdroje impulzu. Jestliže již existuje uložený sledovací zápis se stopou MTDR, prověřování postoupí ke kroku 244A, v němž je zpracována stopa MTDR týkající se údajů o poruše linky 108. Tento zápis je využit při provádění analýzy, která lokalizuje poruchu.

Pokud rozhodovací blok 216 nezjistí poruchu v důsledku přerušení obvodu, postoupí popisovaná procedura do rozhodovacího bloku 222. Rozhodovací blok 222 přezkoumá hodnoty modelů střídavého (AC) a stejnosměrného (DC) proudu tak, aby určil, zda odpovídají přítomnosti zkratu obvodu. Když je například výpočet měrného elektrického odporu mezi A-drátem a B-drátem velmi nízký, znamená to přítomnost zkratu. Když je zkrat takto určen, postoupí proces do rozhodovacího bloku 224.

Rozhodovací blok 224 určí, zda naměřené parametry, které ukázaly zkratovaný obvod, byly způsobeny vyvěšením sluchátka telefonu v účastnickém objektu. Toto určení je provedeno na základě srovnání hodnot měrného elektrického odporu, které byly naměřeny při vysokém a nízkém napětí.

Pokud je zjištěno, že příčinou zkratu je vyvěšení sluchátka, proces postoupí ke kroku 226, kde je vyvinuto úsilí ve smyslu vyrozumění účastníka, že sluchátko je vyvěšeno. Toto vyrozumění může být přes linku 108 vysíláno v podobě hlasitého tónu, který je nazýván "houkačkový tón". V jiném případě, kdy si zákazník sám stěžuje na problémy s linkou 108, může být prostřednictvím obslužného propojovacího mezičlánku 142 vydán pokyn, aby, je-li to možné, obsluhující osoba vyrozuměla řečeného zákazníka. Po vyrozumění zákazníka postoupí proces do bodu označeného A.

Když však rozhodovací blok 224 neurčí, že výskyt poruchy je způsoben vyvěšením sluchátka, postupuje analýza do rozhodovacího bloku 228. Podobně jako rozhodovací blok 220 i tento rozhodovací blok 228 určuje, zda v paměti již existuje odkazová stopa příslušné linky 108. Pokud odkazová stopa již existuje, proces postoupí do rozhodovacího bloku 230. Rozhodovací blok 230 určí, zda stopa MTDR může napomoci při lokalizování zkratu obvodu. Přístroj MTDR je využitelný pouze při identifikování poruch, při nichž je přerušeno natolik velké, aby vytvořilo dostatečně silný odražený signál, který je možno spolehlivě změřit. Jestliže model stejnosměrného proudu ukáže, že měrný elektrický odpor mezi A-drátem a B-drátem je menší než 1000 ohmů, je přerušeno linky 108 obvykle postačující pro vyprodukování natolik silného signálu, který je možno změřit. Jestliže zkrat vykazuje příslušný rozsah, proces postoupí ke kroku 244A, kde je měřena MTDR stopa. Pokud zkrat není v příslušném rozsahu nebo neexistuje žádná sledovací stopa, proces postoupí do bodu označeného A.

Jestliže rozhodovací blok 216 a rozhodovací blok 222 nedetekují ani přerušení ani zkrat, proces postoupí do rozhodovacího bloku 232. Rozhodovací blok 232 prověřuje výsledky předběžné analýzy tak, aby určil, zda je indikována porucha související s nulovým elektrickým potencionálem nebo překřížením. Porucha související s nulovým elektrickým potencionálem je v modelu stejnosměrného proudu indikována jako měrný elektrický odpor buď mezi A-drátem a nulovým elektrickým potencionálem, a nebo mezi B-drátem a nulovým elektrickým potencionálem, kdy výsledná hodnota měrného elektrického odporu je nižší než předpokládaná hodnota měrného elektrického odporu linky 108. Podobně je indikována také porucha související s překřížením, kdy rovněž model stejnosměrného proudu vykáže nízký měrný elektrický odpor mezi A-drátem a baterií nebo mezi B-drátem a baterií. Jestliže je indikována porucha související s nulovým elektrickým potencionálem nebo překřížením, postoupí procedura do rozhodovacího bloku 234.

Tak jako v případě rozhodovacího bloku 230 i tentokrát rozhodovací blok 234 prověří, zda už předtím byla uložena sledovací stopa linky 108. Pokud taková stopa ve sledovací databázi neexistuje, postoupí procedura do bodu označeného A.

Pokud záznam sledovací stopy již existuje, postoupí procedura do rozhodovacího bloku 236. Rozhodovací blok 236 určí, zda jde o takovou poruchu, která souvisí s nulovým elektrickým potencionálem nebo překřížením a která může být lokalizována přístrojem MTDR. Jestliže model stejnosměrného proudu ukáže, že vedení má dostatečně nízký měrný elektrický odpor, a to obvykle méně než 1000 ohmů, porucha odrazí natolik silný signál, aby přístroj MTDR mohl provést příslušnou analýzu. Pokud model stejnosměrného proudu sdělí, že naměřené hodnoty související s nulovým elektrickým potencionálem nebo překřížením jsou mimo uvedený rozsah, procedura postoupí do rozhodovacího bloku 238.

Rozhodovací blok 238 rozhodne, zda může být využit lidský mezičlánek pro provedení dalších měření. Vstup lidského mezičlánu je možný po obdržení telefonátu od účastníka stěžujícího si na poruchu nebo po vyslání opraváře do účastnického objektu 112 za účelem provedení opravářských úkonů. Vstupy, které operátor vkládá prostřednictvím obslužného propojovacího mezičlánu 142, budou rozhodovat, zda je vstup lidského mezičlánu použitelný. Jestliže je vstup lidského mezičlánu možný, je prostřednictvím obslužného propojovacího mezičlánu 142 vyslána informace, která oznamuje, že by měla být účastnická linka 108 odporově ukončena vyvěšením sluchátka v účastnickém objektu 112.

Za situace, kdy je sluchátko účelově vyvěšeno, procedura postoupí ke kroku 240, v jehož průběhu je provedena další série měření. Při realizaci kroku 240 je provedena další série měření pomocí voltmetru s vysokou vstupní impedancí, který nezkrsluje naměřené hodnoty napětí přivedením proudu z druhé větve zapojení účastnické linky 108. Tyto hodnoty jsou využity k vypočítání měrného elektrického odporu linky 108 od telefonní ústředny 102 až k poruše. Tato informace je využitelná pro lokalizování poruchy. Měrný elektrický odpor linky 108 je přímo úměrný délce vedení linky 108. Měrný elektrický odpor linky 108 od telefonní ústředny 102 k poruše může být porovnán s měrným odporem linky 108, který je uložen v odkazové stopě. Změna měrného elektrického odporu linky 108 vypovídá o vzdálenosti poruchy od jednoho nebo druhého konce linky 108.

Jestliže rozhodovací blok 238 rozhodne, že sluchátko nemůže být vyvěšeno, procedura postoupí do bodu označeného A.

Obdobně po provedení příslušných vysokoimpedančních měření v rozhodovacím bloku 240 postoupí procedura do bodu A.

Pokud však rozhodovací blok 236 rozhodne, že zkrat nebo překřížení může být lokalizováno na základě analýzy dat získaných přístrojem MTDR, procedura postoupí ke kroku 244B. Krok 244B

je obdobou kroku 244A, jenž byl popsán v předchozím textu, a je využit pro získání odkazové stopy.

Poté procedura postoupí do rozhodovacího bloku 242. Rozhodovací blok 242 analyzuje odkazovou stopu z přístroje MTDR se zaměřením na to, aby určil, zda je porucha způsobena nesprávným připojením ke kabelové plášti. Tento druh poruchy často produkuje zjistitelné odrazy ve sledovací stopě MTDR, které mohou být využity pro lokalizování poruchy. Rozhodovací blok 242 prověřuje MTDR stopu z hlediska záporně jdoucího impulsu, který se objevuje v době, kdy je indikováno přerušení kabelu. Časové údaje, které indikují přerušení kabelu jsou určovány na základě MTDR stopy uložené ve sledovací databázi a týkající se testované linky 108. Tato analýza se podobá analýze prováděné ve kroku 246, který bude popsán v dalším textu.

Jestliže rozhodovací blok 242 určí, že MTDR stopa bude použitelná při lokalizování poruchy, kterou je v tomto případě porucha související s pláštěm, postoupí procedura ke kroku 246, kde jsou údaje z MTDR umístěny do formuláře pro účely další analýzy. Krok 246 bude detailněji popsán níže. Pokud však rozhodovací blok 242 určí, že údaje získané přístrojem MTDR nebudou použitelné při lokalizování poruchy, postoupí procedura do rozhodovacího bloku 238, kde se podrobuje témuž procesu, který již byl popsán.

Bylo-li v rozhodovacím bloku 220 nebo 230 rozhodnuto, že MTDR stopa může být využitelná při lokalizování poruchy, postoupí procedura ke kroku 244A. V průběhu provádění kroku 244A jsou prováděna proměrování linky 108 v jejím porouchaném stavu. MTDR měření je prováděno pomocí měřicího technického vybavení 126. Měřicí technické vybavení 126 generuje na lince 108 impuls.

Následně po vyslání impulsu zaznamenává měřicí technické vybavení 126 změny signálu na lince 108. Tyto změny představují odrazy impulsů od přerušení na lince 108. Je výhodné, když jsou reakce na vyslání impulsů změřeny a získané výsledky zprůměrovány. Toto zprůměrování vyruší účinek šumu na lince 108, takže lze zaznamenat i malé odrazy.

Po získání MTDR stopy v podmínkách poruchy prostoupí proces ke kroku 246. V průběhu provádění kroku 246 je MTDR stopa porovnávána s odkazovou stopou uloženou ve sledovací stopové databázi a na základě tohoto porovnávání je vyprodukována informace o změně v MTDR stopě.

Obr. 5 znázorňuje MTDR stopu, vedle níž je vidět náčrt účastnické linky 108. MTDR stopa začíná počátečním impulzem 510. Impuls 510 se šíří kabelem 110. V místě, kde účastnická linka 108 přechází z kabelu 110 do odbočky 114, existuje přerušení elektrických vlastností účastnické linky 108. V místě tohoto přerušení je generován odražený impuls 512. Obdobně existuje přerušení i ve spojovacím předělovém mezičlánku, který propojuje odbočku 114 s telefonním vedením 116 uvnitř objektu účastníka. V tomto přerušení je generován odražený impuls 514. Účastnická linka 108 je zakončena přístrojem 118 uživatele. V tomto zakončení je generován odražený impuls 516. Časové rozdíly t_1 , t_2 a t_3 mezi počátečním impulzem a příslušnými odraženými impulzy 512, 514 a 516 jsou přímo úměrné vzdálenosti přerušení, které vyvolalo odražení impulsu.

Odražené impulzy 512 a 514 jsou předvedeny jako záporné impulzy, zatímco odražený impuls 516 je předveden jako kladně jdoucí impuls. Polarita odraženého impulsu bude záviset na povaze přerušení. Přejít na část s vyšší impedancí nebo otevřený obvod generuje kladný impuls. Naopak přechod na nižší impedanci nebo zkratovaný obvod generuje záporně jdoucí impuls.

Na účastnické lince 108 se mohou vyskytovat další přerušení, takže v MTDR stopě 500 se mohou objevit i jiné nebo rozdílně odražené impulzy. Některé účastnické linky 108 mohou například

obsahovat pupinační cívku nebo jiná zařízení, která úplně odrážejí vyslaný impulz 510. Jsou-li takové součásti ve vodičích linek 108 uplatněny, pak logicky neexistují odrazy ze žádných úseků linky 108 za těmito součástmi.

- 5 V kroku 246 jsou porovnávány údaje MTDR uložené ve sledovací databázi s naměřenými poruchovými údaji MTDR a výsledkem tohoto porovnávání je výsledná informace, která je využitelná pro lokalizování poruchy. Toto srovnávání je prováděno odečtením hodnot původního záznamu ze sledovací databáze od naměřených hodnot MTDR stopy porouchané linky 108 tak, aby byly zdůrazněny všechny rozdíly. Krok 246 se pokouší lokalizovat odražené impulzy 512,
10 514 a 516 v odkazové stopě sledovací databáze. Při nalezení každého odraženého impulzu se krok 246 pokouší lokalizovat odpovídající odražený impulz ve stopě porouchané linky. Při identifikování každého odraženého impulzu provádí krok 246 záznam o čase průběhu impulzu, jeho polarity a jeho amplitudy. Navíc krok 246 prověřuje stopu porouchané linky 108 z hlediska odrazů, které nebyly nalezeny v odkazové stopě. Krok 246 provádí záznam i těchto odražených
15 impulzů. Poté procedura postoupí do bodu označeného A, kde jsou shromážděné údaje analyzovány.

- Pokud předběžná analýza v kroku 214 neindikuje poruchu ve smyslu přerušeni obvodu, zkratu, překřížení nebo uzemnění, postoupí procedura do rozhodovacího bloku 248. Rozhodovací blok
20 248 kontroluje, zda výsledky testu, které indikují poruchový stav, byly způsobeny šumem. Šum je indikován tehdy, když průměrná hodnota signálu střídavého proudu, není-li žádný takový signál do linky 108 vysílán, přesahuje daný práh.

- Jestliže je šum indikován, procedura postoupí ke kroku 250, kde je šum měřen kvantitativněji. Krok 250 usměrňuje měřicí technické vybavení 126 na měření vážených hodnot proudu signálu
25 na vedení linky 108 na základě systému uplatňovaného v US. V Evropě je používán psofometrický průměr. Toto měření je využitelné pro odhalení zdroje šumu a procedura postupuje k bodu označenému A. Takto kombinace rozhodovacích bloků 216, 222, 232 a 248 prověřuje druhy poruch, které upřednostňované provedení tohoto vynálezu detekuje. Pokud není zjištěna
30 žádná porucha, proces postoupí do bodu označeného A.

- V bodě označeném A jsou shromážděná data analyzována. Analýza slouží několika účelům. Prvním účelem je potvrzení předběžného vyhodnocení druhu poruchy provedeného v průběhu
35 předběžné analýzy v kroku 214. Druhým účelem je generování dispečerského výroku, který indikuje, kam by měl být opravář poslán za účelem lokalizování potíží. Třetí účel spočívá v tom, že není-li v aktuální době na lince 108 zjištěna žádná porucha, analýza přehodnotí dosavadní údaje, které byly doposud o dané lince 108 shromážděny a určí, zda se provoz linky zhoršuje do takovou míry, kdy by měla být opravena před tím, než úplně selže.

- 40 V upřednostňovaném provedení podle tohoto vynálezu jsou data analyzována analytickými postupy na bázi poznatků v průběhu provádění kroku 260. Softwarová vybavení, jež uplatňují tyto postupy, bývají někdy nazývána expertními systémy. Expertní systémy, které jsou použity při provádění kroku 260, budou podrobněji popsány v následujícím textu v souvislosti s obr. 3.

- 45 Výstupem analýzy na bázi poznatků prováděné v kroku 260 je indikování typu poruchy a předpokládaného místa poruchy. Tento výstup je prověřen v rozhodovacím bloku 270. Jestliže je porucha nalezena, proces postoupí ke kroku 272, kde prostřednictvím obslužného propojovacího mezičlánku 142 je obsluze oznámena informace. Tato informace doporučuje vydat dispečerský pokyn k vyslání opraváře k opravě poruchy a indikuje obsluze, zda druhem poruchy
50 je otevření obvodu, zkrat, překřížení nebo uzemnění a zda se porucha vyskytuje s největší pravděpodobností v telefonní ústředně, na kabelu, na odbočce nebo v objektu uživatele.

Jestliže není nalezena žádná porucha, rozhodovací blok 270 převede proceduru do rozhodovacího bloku 274. Rozhodovací blok 274 prověřuje, zda ve sledovací databázi existuje odkazová stopa

dané linky 108. Pokud žádná stopa neexistuje, postoupí proces ke kroku 276, kde jsou provedená měření linky 108 uložena. Jestliže vznikne potřeba provedení dalších měření, aby mohla být stopa kompletní tak jako MTDR stopa, vyše krok 276 příslušné pokyny do dálkové měřicí jednotky 120, aby byla tato měření provedena.

5

Jestliže je stopa uložena, proces následně postoupí do rozhodovacího bloku 278. Rozhodovací blok 278 přezkouší nastavení indikátoru v kroku 260, aby určil, zda expertní systémy obsažené v kroku 260 nalezly uloženou stopu pro aktualizování. Stopa linky 108 se může změnit, když uživatel odpojí nebo připojí určité zařízení k vedení linky 108. Může dojít ke změnám stopy i v důsledku změn v síti, jako je například odstranění pupinačních cívek. Po zjištění, že indikátor byl nastaven, proces postoupí ke kroku 280, kde je aktualizovaná stopa uložena.

10

Existuje-li už situace, že aktualizovaná stopa je řádně uložena, je testovací cyklus kompletní a procedura končí. Při testování jiné linky se kroky předvedené na obr. 2 opakuji.

15

Na obr. 3A je předvedeno blokové schéma softwarového vybavení expertního systému provádějícího krok 260. Obr. 3A předvádí stavbu expertního systému, která se podobá stavbě "tabulového" expertního systému. V tomto typu systému různé expertní součásti přispívají k řešení problému tím, že předávají své výstupy do "arbitrátoru", který dělá konečné rozhodnutí na základě všech řečených vstupů. Proto má tradiční tabulový systém expertní systémy, které přistupují k rozdílným aspektům problému. Konkrétně v tomto vynálezu se jednotlivé expertní systémy, které předávají své výstupy do arbitrátoru, snaží jako celek řešit celý problém, ale pracují na bázi rozdílných paradigmat.

20

Softwarové vybavení expertního systému je tvořeno čtyřmi oddělenými subsystémy : klasifikátorem 310 na bázi pravidel, klasifikátorem 312 na bázi případů, klasifikátorem 314 na bázi stromu a arbitrátořem 316. Každý expertní systém je kódován jako samostatná úloha, která je řešena v TSC 132. Řešení úloh může být rozvrženo jakýmkoli známým způsobem. Řešení mohou probíhat částečně souběžně nebo v přesné posloupnosti. Je však nutné, aby klasifikátor 310 na bázi pravidel vyprodukoval svůj výstup před zahájením činnosti klasifikátoru 312 na bázi pravidel. Rovněž je nezbytné, aby klasifikátor 310 na bázi pravidel, klasifikátor 312 na bázi případů a klasifikátor 314 na bázi stromu vyprodukovaly své výstupy před tím, než arbitrátoř 316 vyprodukuje vlastní výstup.

25

30

Klasifikátor 310 na bázi pravidel je vyvinut z komerčně dostupného softwarového vybavení expertního systému. Výhodným, komerčně dostupným softwarovým kompletem je CLIPS, který prodává Národní úřad pro aeronautiku a kosmický výzkum USA (NASA). CLIPS přijímá soustavu pravidel, kterou specifikuje pověřený odborný expert. Každé pravidlo je uloženo v podobě "jednoduchého" implikovaného výroku ("IF THEN"). "JESTLIŽE" ("IF") například údaje získané přístrojem MTDR indikují délku porouchaného vedení o 30,5 m nebo ještě menší, než je délka vedení vložená do odkazové stopy, "PAK" ("THEN") porucha není v objektu účastníka. Pravidla sestavuje člověk-expert, který má příslušné znalosti o telefonní síti určitého teritoria.

35

40

Člověk-expert navíc přidává k pravidlu faktor určitosti. Faktor určitosti je názor člověka-experta na to, jak dlouho je pravidlo pravdivé. Jako příklad shora uvedeného pravidla může být uvedeno, že pravidlo vyvozuje nesprávný závěr, když vedení v objektu účastníka je delší než 30,5 m a porucha se objeví na vedení patřícímu k objektu účastníka více než 30,5 m od konce. Když člověk-expert přidává k pravidlu faktor určitosti, bere tyto výjimky v úvahu. Expertní systém 310 na bázi pravidel přijímá jako vstup všechna měření, jež jsou provedena při realizaci procesu podle obr. 2. Toto shromažďování vstupů představuje testovací případ. Expertní systém 310 na bázi pravidel pak aplikuje pravidla na tento vstupní případ. Kombinováním faktorů určitosti daných pravidel vyprodukuje souhrnnou klasifikaci a souhrnný faktor určitosti. Tato informace je předána do arbitrátořu 316.

45

50

Klasifikace pocházející z klasifikátoru 310 na bázi pravidel je rovněž předána do klasifikátoru 312 na bázi případů. Navíc je do klasifikátoru 312 na bázi případů předán seznam pravidel, která jsou "vystřelena" z klasifikátoru 310 na bázi pravidel. Vystřelenými pravidly jsou ta pravidla, jejichž část "JESTLIŽE" ("IF") souvisí s testovaným případem.

Klasifikátor 312 na bázi případů je rovněž vyvinut z komerčně dostupného programu expertního systému na bázi případů. Klasifikátor na bázi případů je programován databází předcházejících testovacích případů, v nichž se klasifikace vyprodukovaná klasifikátorem na bázi pravidel projevila jako nesprávná poté, kdy byl vyslán opravář k opravě poruchy. Klasifikátor 312 na bázi případů porovnává aktuálně testovaný případ s nejbližším výjimkovým případem v jeho databázi.

Klasifikátor 312 na bázi případů odesílá skutečné místo poruchy vybraného výjimečného případu do arbitrátora jako klasifikaci. Navíc klasifikátor 312 produkuje dvě vyhodnocení, která indikují, jaká bude míra spolehlivosti dat. "Porovnávací vyhodnocení" je vypočítáváno pro každý záznam v databázi výjimek. Je to vážený průměr rozdílů mezi každým z aktuálně naměřených parametrů a hodnot týchž parametrů, jež jsou uloženy v záznamu. Faktory vážení jsou určeny na základě zkušenosti, do jaké míry je hodnota určitého parametru důležitá při tvoření výjimky z pravidla. Záznam v databázi, který vyprodukoval nejlepší porovnávací vyhodnocení je vybrán jako nejbližší výjimkový případ. Jeho porovnávací vyhodnocení je odesláno do arbitrátora 316.

Rovněž je vyprodukováno "vyhodnocení přesnosti". Toto vyhodnocení přesnosti je počítačově vyprodukováno na základě selekce všech záznamů v databázi výjimek s porovnávacím vyhodnocením nad určitý práh. Tento práh je stanoven na základě zkušenosti, avšak typicky je v rozmezí 25 % nejvyššího porovnávacího vyhodnocení pro každý záznam v databázi výjimek. Skutečná místa poruch, která byla vložena do těchto záznamů, jsou srovnávána se skutečnými místy poruch záznamů s nejlepším porovnávacím vyhodnocením. Vyhodnocení přesnosti je procentuální vyjádření selektovaných záznamů, které mají totéž skutečné místo poruchy jako záznam s nejlepším porovnávacím vyhodnocením.

Jak nejlepší porovnávací vyhodnocení, tak i nejlepší vyhodnocení přesnosti jsou odeslány do arbitrátora 316 společně se skutečným (tj. nejbližším) místem poruchy selektovaného výjimkového záznamu. Čím jsou porovnávací vyhodnocení a vyhodnocení přesnosti lepší, tím je pravděpodobnější, že klasifikace vyprodukovaná klasifikátorem na bázi pravidel spadá do výjimky z pravidla. Proto v důsledku uplatnění jak klasifikátoru na bázi pravidel, tak i klasifikátoru na bázi případů, které rozeznávají výjimky z pravidel založených na údajích z minulosti, je možné přesně segmentovat poruchy bez dřívějších únavných seznamů všech pravidel a výjimek z těchto pravidel.

Třetím expertním systémem je klasifikátor 314 na bázi stromu. Klasifikátor 314 na bázi stromu je vyvinut z komerčně dostupného expertního systému strojového učení.

Expertní systém strojového učení buduje rozhodovací strom analyzováním databáze doposud vyřešených případů. V tomto vynálezu je použita databáze 134 minulých poruch. Expertní systém strojového učení využívá vyřešené případy k nalezení statistických vzájemných vztahů mezi parametry nebo skupinami parametrů a různými klasifikacemi.

Vztahy mohou být definovány mechanisticky opakovaným probíháním vyhledávacích algoritmů v datech z minulosti. Časový úsek potřebný pro přípravu rozhodovacího stromu může být zkrácen, jestliže člověk-expert vydává systému strojového učení instrukce ignorovat některé parametry nebo specifikuje určité parametry, které těsně souvisejí s některými klasifikacemi. Známé systémy strojového učení přijímají vstupy od lidí-expertů pro vedení výukových procesů.

začíná u kořenového uzlu. Jeden parametr je vybrán pro definování větví od kořenového uzlu. Systém strojového učení definuje rozsahy těch parametrů, které souvisejí se specifickými výslednými závěry. Z kořenového uzlu vychází vždy jedna větev pro každý jednotlivý rozsah daného parametru.

5

Každá větev probíhá buď k dalšímu rozhodovacímu uzlu, nebo je zakončena výstupním uzlem zvaným list. V každém rozhodovacím uzlu se strom opět rozvětňuje na základě rozsahů dalších parametrů, které jsou definovány systémem strojového učení. Po vybudování stromu může být určitý testovaný případ promítnut do specifického listu stromu rozhodnutím v každém rozhodovacím uzlu, které větvení vzít. Větvení je zvoleno, když naměřená hodnota daného parametru v testovaném případě spadá do rozsahu stanoveného pro takové větvení.

10

Každý list má k sobě přidruženu klasifikaci a vektor pravděpodobnosti. Každý list má také k sobě přivedenu cestu od kořenového uzlu. Tato cesta vymezuje rozsahy všech parametrů, které musí postačovat k dosažení listu. Vektor pravděpodobnosti je podmíněnou pravděpodobností, která je vypočítána z dat z minulosti, přičemž klasifikace náležející k danému listu je správnou klasifikací tehdy, když parametry spadají do rozsahů, jež jsou potřebné k dosažení tohoto listu. Čím je vyšší pravděpodobnost, tím je větší naděje, že klasifikace, která je pro daný list určena, je správnou klasifikací pro tento list.

15

20

Systém strojového učení použitý k vytvoření rozhodovacího stromu hledá v databázi údajů z minulosti rozsahy parametrů, které vysoce pravděpodobně souvisejí s určitou klasifikací. V některých případech budou takové rozsahy odpovídat pravidlům, která už byla předtím známa člověku-expertovi, jenž programoval klasifikátor 310 na bázi pravidel. Použití systému strojového učení tudíž umožňuje, aby byly objeveny doposud neznámé vztahy mezi řečenými parametry a klasifikacemi poruch.

25

Jak klasifikace, tak i vektory pravděpodobnosti jsou předávány do arbitrátora 316. Arbitrátořem 316 je výhodně expertní systém na bázi pravidel, který je vyvinut z jednoho ze shora uvedených, komerčně dostupných expertních systémů. Je programován pravidly, na jejichž základě se vytváří dispečerský výrok. Arbitrátor 316 se nejvíce spoléhá na klasifikace, které produkuje expertní systém s nejlepšími vyhodnoceními. Je-li například vektor pravděpodobnosti poskytnutý klasifikátorem 314 na bázi stromu velmi vysoký a faktor určitosti z klasifikátoru 310 na bázi pravidel velmi nízký, bude vybrána klasifikace z klasifikátoru 314 na bázi stromu. Arbitrátor 316 by mohl obdobně být programován tak, že by dával přednost klasifikacím, které by byly vyprodukované dvěma ze tří expertních systémů.

30

V některých případech budou klasifikační systémy produkované klasifikátorem 310 na bázi pravidel, klasifikátorem 312 na bázi případů a klasifikátorem 314 na bázi stromu rozdílné, ale budou mít podobné stupně určitosti. Výraz "stupně určitosti" je zde použit jako obecné vyjádření číselného označení faktoru určitosti, porovnávacího vyhodnocení, vyhodnocení přesnosti a vektoru pravděpodobnosti, které indikuje, do jaké míry je pravděpodobné, že klasifikace vyprodukovaná daným expertním je správná. V takové situaci arbitrátor 316 vyhodnotí, zda by měly být dodány další informace, aby bylo usnadněno stanovení diagnózy.

40

Mohly by probíhat i další testy. Alternativně může být vyvinuto úsilí získat dodatečné informace od účastníka, které se týkají příznaků poruchy. Například obsluha může dostat pokyn kontaktovat účastníka, aby bylo zjištěno, zda účastník má více telefonů a zda existují stejné příznaky na všech linkách. Jinou možností by mohlo být přemístění telefonní zástrčky účastníka do svírky jiné telefonní linky nebo zapojit telefon přímo do zařízení síťového spojovacího mezičlánku, pokud je to proveditelné. Výsledky takových činností by mohly být využity při hledání místa poruchy.

45

Nedojde-li k lokalizaci poruchy, arbitrátor 316 vyprodukuje dispečerský výrok, který je založen na normách neexistující poruchy. Tyto normy by měly být podmíněny souvisejícími výdaji. Nejdříve

by mohlo být provedeno řetězové volání, které je méně nákladné. Alternativně by mohla být vydána dispečerská instrukce využívající zkušenosti z poruch, které se objevují nejčastěji. Jestliže je například pravděpodobnost poruchy kabelu desetkrát vyšší, než je tomu v případě poruchy na ústředně nebo v objektu uživatele, měla by dispečerská instrukce obsahovat pokyn ke kontrole poruchy na kabelu. Ještě jinou alternativou by mohlo být vyslání opravářského personálu podle interních předpisů telefonní společnosti. První vyslání opraváře by například mohlo být směřováno do objektu účastníka, aby se zákazník přesvědčil, že telefonní společnost zareagovala na problém. V jiném případě může telefonní společnost upřednostnit takové řešení, že nevyšle opraváře do objektu zákazníka do té doby, než nezkontroluje z hlediska poruchy technické vybavení telefonní společnosti. Protože arbitrátor 316 je expertním systémem na bázi pravidel, může být programován jakýmikoli požadovanými dispečerskými pravidly.

Na obr. 3B jsou znázorněny další detaily klasifikátoru 310 na bázi pravidel. Klasifikátor 310 na bázi pravidel se ve skutečnosti skládá ze čtyř dílčích expertních systémů na bázi pravidel, které fungují jako tabulový expertní systém. Analyzátor 350 stop, analyzátor 352 černé díry a analyzátor 354 minulých potíží jsou ve všech případech programovány pravidly týkajícími se specifických témat. Vyvozují zprostředkující závěry, které napomáhají průběhu celkového procesu klasifikace poruch prováděnému klasifikátorem 356 na bázi pravidel.

Analyzátor 350 stop určuje, zda uložená odkazová stopa testované linky je stále platná do té míry, aby byla použitelná při lokalizování poruchy. V průběhu času se může jak síť, tak i vedení nebo přístrojové vybavení v účastnickém objektu měnit. Síť se může například změnit tehdy, když je z účastnické linky odstraněna pupinační cívka. Jiným příkladem je situace, kdy je dvojice vodičů odpojena z jednoho objektu a následně použita k poskytnutí služeb v jiném objektu. Vodiče nebo přístrojové vybavení objektu se může změnit i tehdy, když účastník připojí telefonní přídavné zařízení nebo koupí nový telefonní přístroj.

Analyzátor 350 stop je programován pravidly, jež určují, kdy stopa může nebo nemůže být použita. Některá pravidla mohou být vyjádřena jako srovnání mezi parametry testovaného případu a uložené stopy. Další pravidla mohou být vyjádřena jako srovnání informací v databázi zařízení, které se týkají aktuálního stavu sítě a podmínek, kdy byla stopa vytvořena. Ostatní pravidla mohou být vyjádřena hlavně v pojmech průběhu času. V souladu s tím obr. 3 předvádí, že analyzátor 350 stop vyvozuje informace z testovaného případu, sledovací stopové databáze a kabelové databáze. Výstupem analyzátoru 350 stop je platný indikátor stopy, který indikuje, zda je uložená odkazová stopa aktualizovaná.

Platný indikátor stopy využívá klasifikátor 356 na bázi pravidel. Klasifikátor 356 na bázi pravidel je programován pravidly, která segmentují poruchu v telefonní síti. Některá z pravidel programovaných v klasifikátoru 356 jsou vyjádřena v pojmech srovnávání testovaného případu údajně porouchané linky 108 s uloženou stopou této linky 108. Tato pravidla jsou překvalifikována platným indikátorem stopy. Jestliže platný indikátor stopy je nastaven tak, že indikuje stav, kdy uložená stopa linky 108 již není nadále platná, jsou tato pravidla ignorována. Platný indikátor stopy je rovněž využit v rozhodovacím bloku 278 (obr. 2). Když je platný indikátor stopy nastaven tak, že indikuje potřebu aktualizovat stopu, odvede rozhodovací blok provádění programu ke kroku 280, kde je aktualizovaná stopa uložena tak, jak bylo popsáno v předcházejícím textu.

Analyzátor 352 černé díry vyvozuje závěry, které jsou využitelné při stanovování diagnózy místa výskytu poruchy a které jsou založeny na bázi hlášení o potížích v jiných částech telefonní sítě 102. Jestliže se například objeví problémy poukazující na ztrátu provozu v 25 % účastnických linek vedených v určitém kabelu, je vysoce pravděpodobné, že existuje porucha na kabelu. Jestliže v jiném případě vznikne větší počet poruch na účastnických linkách, které jsou připojeny k téže propojovací desce v telefonní ústředně, je vysoce pravděpodobné, že porucha existuje v telefonní ústředně.

K vyvození těchto závěrů potřebuje analyzátor 352 černé díry přístup k informacím, jaký má jednotlivá účastnická linka vztah k jiným účastnickým linkám, kabelům a technickému vybavení sítě. Tyto informace jsou tradičně uchovávány v místních telefonních společnostech a jsou
 5 uloženy v kabelové databázi 136 (obr. 1). Je rovněž nutné, aby analyzátor 352 černé díry měl přístup k informacím o dalších poruchách v síti, které ještě nebyly opraveny. Tyto údaje jsou uloženy v paměti TSC 132 (obr. 1). To se týká hlášení o potížích, která byla vložena do TSC 132 prostřednictvím obslužného propojovacího mezičlánku 142, nebo poruch, které byly detekovány TSC 132 v průběhu rutinního testování telefonních linek.

10 Analyzátor 354 minulých potíží vyvozuje závěry týkající se toho, zda existuje buď tendence zhoršování provozu účastnické linky, nebo opakování podobných problémů této linky jako v minulosti. Například postupné zvyšování úrovně šumu ve vedení linky je příznakem problému, který pravděpodobněji souvisí s technickým vybavením v telefonní ústředně, než s odbočkou. V
 15 jiných případech se některé problémy objevují znovu, protože základní příčina nebyla opravena. Jestliže určitá linka měla v minulosti potíže například v tom, že spojovací krabička umožnila prosakování vody do kabelu, je pravděpodobné, že opakování potíží vzniká kvůli skutečnosti, že do téhož kabelu prosakuje voda znovu.

20 Závěry, které vyvozuje analyzátor 350 stop, analyzátor 352 černé díry a analyzátor 354 minulých potíží, jsou postupovány do klasifikátoru 356 na bázi pravidel. Klasifikátorem 356 na bázi pravidel je upřednostňovaně další expertní systém na bázi pravidel. Je programován pravidly tak, aby vytvářel předpovědi míst poruch založené na závěrech, které vyvodily řečené analyzátoři
 25 350, 352 a 354, a založené na informacích o aktuálním stavu linky 108 včetně odkazové stopy, informacích o datech kabelu a informacích o minulých poruchách. Výstupem klasifikátoru 356 na bázi pravidel je předpověď klasifikace a faktoru určitosti, která je předávána do arbitrátoru 316 (obr. 3A).

30 Na obr. 4 jsou znázorněny dodatečné informace o databázích, které jsou udržovány činností TSC 132 (obr. 1). Obr. 4A znázorňuje strukturu záznamů uložených v databázi 134 minulých poruch. Každý zápis v této databázi představuje jednu poruchu, která byla tímto systémem diagnostikována a následně opravena opravářem. Po instalaci TSC 132 by tato databáze mohla být v počátku prázdná. Byla by budována v návaznosti na realizaci procesu softwaru podle obr. 2.

35 V jiném případě by mohlo být zaznamenáno, že údaje na obr. 4A se netýkají žádné specifické linky. V souladu s tím by tato databáze mohla být zkopírována z podobného ovladače testovacího systému, který je instalován v jiné telefonní síti, která má již vybudovanou databázi minulých poruch. Alternativně by mohla být urychleně vybudována po instalaci TSC 132 indukovaním poruch v síti a následně realizací programu softwaru podle obr. 2.

40 První pole záznamů je nazváno PRAVIDLA SPUŠTĚNA. V tomto poli je uložen seznam těch pravidel, která byla spuštěna v klasifikátoru 310 na bázi pravidel (obr. 3A). Jak už bylo uvedeno, každé z těchto pravidel je vyjádřeno v podobě JESTLIŽE,... PAK (IF... THEN) instrukce. Pravidlo má být spuštěno, když je splněna část JESTLIŽE (IF). Každému pravidlu je dána zvláštní
 45 identifikační hodnota, například číslo. V tomto smyslu je v poli s názvem PRAVIDLA SPUŠTĚNA uložen seznam těchto identifikačních hodnot.

Další pole je nazváno DISPEČERSKÉ PŘIDĚLENÍ. V tomto poli je uložena indikace výstupu arbitrátoru 316 po zpracování záznamu o hlášené poruše. Jak už bylo uvedeno, dispečerský výrok
 50 indikuje druh detekované poruchy a místo poruchy, tj. v telefonní ústředně, na kabelu, na odbočce nebo v objektu účastníka.

Další pole je nazváno UZAVŘENÍ. V tomto poli je uložen skutečný druh poruchy a skutečné místo poruchy podle hlášení opraváře, který byl vyslán za účelem opravy poruchy. V současné

době je běžné, že telefonní společnosti uchovávají tyto informace v jejich služebních databázích. Tyto informace by mohly být zkopírovány z příslušné služební databáze telefonní společnosti nebo by mohly být vloženy do TSC 132 po provedení opravy poruchy.

- 5 Další pole je nazváno KONFIGURAČNÍ DATA. Toto pole zaznamenává informace o typu technického vybavení, které bylo použito ke stanovení diagnózy, na jejímž základě byl proveden dispečerský výrok. Například dálková měřicí jednotka by mohla být vyrobena některým z určitého počtu výrobců. Dálkové měřicí jednotky vyrobené různými výrobci v podstatě zjišťují stejné informace. Avšak některé takové výrobky mohou hlásit impedanci, zatímco jiné mohou poskytovat stejnou informaci pod označením admitance. Proto informace o konfiguraci by mohly být použity k převodu informací získaných dálkovou měřicí jednotkou 120 na standardní formát. Navíc tyto informace mohou být použitelné při sledování softwarových změn. Jestliže je například software ovládající TSC 132 aktualizováno novými pravidly pro diagnostikování určité třídy poruch, mohla by být implikace záznamu poruchy, jež byla diagnostikována starým softwarem, negována některými pravidly.

20 Další pole v záznamu jsou nazvána DC MODEL a AC MODEL. Tyto informace představují hodnoty, které jsou příslušně vypočítány pro model střídavého proudu (AC) a model stejnosměrného proudu (DC) linky v porouchaném stavu. Další pole je nazváno HODNOTY PARAMETRŮ. V tomto poli jsou uloženy hodnoty naměřené při provádění kroku 212. Navíc jsou v něm uloženy rozsahy hodnot všech měřených parametrů. V některých případech jsou měření prováděna s použitím přístrojového vybavení, které uplatňuje vlastní rozsahy. Výsledkem toho je, že přesnost každého měření závisí na rozsahu, který používá konkrétní měřicí technika. Například voltmetr mající 0,5 % přesnost, který automaticky volí mezi rozsahy majícími úplnou 25 stupnici hodnot 1mV, 1V, 10V a 100V, bude provádět měření s přesností 5TV, 5mV, 50mV a 100mV v závislosti na tom, který rozsah byl při měření použit. Podle toho je rozsah nebo alternativně přesnost měření uloženo. Toto vytváří faktor důvěryhodnosti, který může být využit při rozhodování na bázi pravidel.

30 Další pole je nazváno VYBAVENÍ OBJEKTU. V tomto poli jsou uloženy informace o technickém vybavení objektu, které je detekováno dálkovou měřicí jednotkou 120. Tyto informace obsahují detekovaný počet přímých vyzváněčů, detekovaný počet vysokoimpedančních vyzváněčů a pozorované znaky dalšího technického vybavení objektu, jako je soukromá pobočka uvnitř objektu. Technické postupy detekování běžných vyzváněčů a znaků zařízení jsou dobře 35 známy. Technický postup detekování vysokoimpedančních vyzváněčů bude popsán v dalším textu.

40 Další pole je nazváno DATUMKA. Toto pole zaznamenává datum a čas vložení záznamu o poruše do databáze.

Na obr. 4B jsou znázorněny detaily sledovací stopové databáze 138. Sledovací stopová databáze 138 obsahuje řadu záznamů. Každý jednotlivý záznam obsahuje výsledky měření provedených na dané lince v době, kdy stav takové linky byl považován za funkční a bezporuchový. Tato databáze je při instalování TSC 132 prázdná. Buduje se opakovaným prováděním kroků 276 a 280 (obr. 2).

45 První pole ve sledovací stopové databázi 138 je nazváno ČÍSLO ZAŘÍZENÍ. Toto pole uchovává specifický identifikátor, který je přidělen ke každé jednotlivé telefonní lince 108. Telefonní společnosti běžně přidělují specifická identifikační čísla každé účastnické lince, která je uložena v tomto poli.

50 Další pole je nazváno ČÍSLO V SEZNAMU. Telefonní společnost přidělí každému účastníkovi telefonní číslo, neboli číslo v telefonním seznamu. Poté je specifická účastnická linka propojena z přepínače 106 do účastnického objektu 112. Může se stát, že se číslo v telefonním seznamu, které je pro určitou telefonní linku přiděleno, změní. Rovněž je možné, že se účastnická linka

používaná pro přenášení telefonních hovorů určitého čísla v telefonním seznamu změni. Proto jsou jak ČÍSLO ZAŘÍZENÍ, tak i ČÍSLO V SEZNAMU určité účastnické linky uloženy na základě údajů platných v době, kdy byla stopa sejmuta.

5 V dalším poli záznamu je uložena MTDR stopa linky. Tato informace je uložena jako po sobě jdoucí číselné hodnoty, které představují naměřená napětí na telefonní lince poté, kdy byl do ní vyslán impuls. Navíc toto pole zaznamenává parametry impulsu včetně jeho amplitudy a časového úseku jeho průběhu. Zbývající pole každého záznamu ve sledovací stopové databázi odpovídají polím v databázi minulých poruch, jediným rozdílem je to, že hodnoty uložené
10 v záznamu databáze minulých poruch byly naměřeny v době, kdy se porucha měla vyskytovat, zatímco hodnoty uložené v záznamu sledovací stopové databáze byly vloženy v době, kdy se neměla vyskytovat žádná porucha.

15 Na obr. 4C jsou znázorněny informace o záznamech uložených v kabelové databázi 136. Tyto informace představují údaje, které místní telefonní společnost normálně uchovává pro potřeby provozu své sítě. Kdyby je telefonní společnost neuchovávala, pak by mohly být shromážděny na základě pozorování sítě. Každý záznam v kabelové databázi popisuje jednu účastnickou linku. Pro každou jednotlivou účastnickou linku by měl existovat jeden záznam.

20 Každý takový záznam obsahuje pole pro ČÍSLO ZAŘÍZENÍ a pro ČÍSLO V SEZNAMU. Tato pole mají stejný smysl, jako tomu bylo v již popsáném případě (obr. 4B).

25 Každý záznam obsahuje pole nazvané ČÍSLO KABELU. Každému kabelu je přidělen specifický identifikátor. Označení kabelu, v němž je určitá účastnická linka vedena, je uloženo. Pokud je linka vedena ve více kabelech, pak toto pole obsahuje seznam kabelů, v nichž je daná účastnická linka vedena.

30 Další pole v záznamu je nazváno PŘIPOJENÍ K PŘEPOJOVAČI. Každá účastnická linka 108 je připojena k přepojovači 106. Přepojovač 106 obsahuje různé propojovací desky, přičemž každá taková propojovací deska má přiděleno specifické identifikační číslo. Číslo propojovací desky, na kterou je účastnická linka 108 připojena, je uloženo v tomto poli. Pokud je potřeba popsat další parametry související s přepojovačem, pak jsou takové informace rovněž uloženy v tomto poli.

35 Další pole je označeno PŘIPOJENÍ KE KABELU. V tomto poli jsou uloženy informace o technických zařízeních, která jsou připojena k účastnické lince 108 v kabelu. Někdy bývají k účastnickým linkám připojeny například pupinační cívky. Pokud jsou tyto informace známy a dostupné, jsou uloženy v tomto poli.

40 Další pole je nazváno INSTALAČNÍ PARAMETRY. V době, kdy je účastnická linka 108 uváděna do provozu, provádějí některé telefonní společnosti měření různých parametrů linky. Někdy by mohl být měřen například kapacitní odpor. Pokud je taková informace známá a dostupná, ve vložena do kabelové databáze. Taková informace je použita podobně jako informace sledovací stopové databáze, a to zejména v souvislosti se změnami na lince, ke kterým došlo od té doby, kdy tato linka byla považována za zcela provozuschopnou.

45 Poslední pole v záznamu je označeno LIMITY TÚ. Délka vodičů v telefonní ústředně 102 (TÚ) mezi přepojovačem 106 a kabelem 110, který je z telefonní ústředny 102 vyveden, je od jedné telefonní ústředny k jiné značně rozdílná. Každá telefonní ústředna má limity TÚ, které definují maximální délku těchto vodičů. Tyto informace jsou v současných systémech využívány jako
50 pomocné údaje při hledání míst poruch uvnitř telefonní ústředny. Jsou také použitelné, jak bude vysvětleno v dalším textu, pro volbu šířky impulsů, které jsou využívány při měření MTDR.

Analýza v kroku 260 na bázi poznatků zahrnuje tři typy expertních systémů, jak je předvedeno na obr. 3A. Pouze jeden z těchto tří expertních systémů, a to klasifikátor 310 na bázi pravidel, je

kompletně programován před zahájením činnosti TSC 132. Jak klasifikátor 312 na bázi případů, tak klasifikátor 314 na bázi stromu jsou vybavovány daty počínaje údaji o poruchách z minulosti. V případě klasifikátoru 312 na bázi případů postupuje databáze minulých poruch do databáze případů. V případě klasifikátoru 314 na bázi stromu postupuje databáze minulých poruch do stromu tak, jak bylo popsáno v příslušné části předcházejícího textu. Báze případů je vytvořena vyselektováním pouze určitých záznamů z databáze minulých poruch. Vyselektovanými záznamy jsou pouze ty, v nichž pole DISPEČERSKÉ PŘIDĚLENÍ neodpovídá poli UZAVŘENÍ, tzn. výjimkám. Vyselektované záznamy dále postupují ze skupiny individuálních výjimek do zobecněných kategorií. Jedním způsobem provádění tohoto zobecňování je použití expertního systému na bázi pravidel, který je programován pravidly zobecňování údajů ze záznamů uložených v databázi minulých poruch.

Expertní systém může být například programován pravidly, která specifikují sestavování skupin všech záznamů majících stejné hodnoty v příslušných polích označených PRAVIDLA SPUŠTĚNA, DISPEČERSKÉ PŘIDĚLENÍ a UZAVŘENÍ. Další pravidla mohou specifikovat segmentaci těchto skupin do podskupin založených na podobnosti hodnot v různých polích vyselektovaných záznamů. Pravidla mohou dále stanovit, že žádná výjimka nevstoupí do báze případů, aniž by neexistovaly přinejmenším tři vstupy v podskupině. Skutečný záznam, který vstoupí do báze případů může mít pole, která představují rozsahy hodnot. Rozsah každého pole by mohl být stejný jako průměr hodnot v takovém poli záznamu v podskupině, plus nebo minus dvě standardní odchylky. Ostatní pravidla by mohla zabránit vstupům do báze případů, pokud by standardní odchylky mnoha polí byly příliš velké.

Strom potřebný k vybudování klasifikátoru 314 na bázi stromu je rovněž zkonstruován z databáze minulých případů. V předcházejícím textu zmíněný, komerčně dostupný IND software buduje pravděpodobnostní strom na základě statistických postupů. Tento software definuje pravděpodobnost (která je založena na informacích z minulosti) poruchy lokalizované ve zvláštním segmentu dané sítě, takže určité parametry spadají do specifikovaných rozsahů. Parametry, které IND software používá k vybudování stromu, mohou být specifikovány předem v rámci činnosti člověka-experta, jenž využívá intuici a zkušenosti. Zvolené parametry by mohly být stejné jako ty, které jsou uloženy v databázi minulých poruch. Výhodně platí, že ne všechna pole v databázi minulých případů budou používána ke zkrácení doby průběhu procesu.

Navíc parametry použitelné ke zkonstruování by mohly být odvozeny na základě kombinace několika parametrů v záznamu v databázi minulých poruch. Například bylo vyzorováno, že rozdíl mezi jalovou vodivostí A-drátu k nulovému elektrickému potenciálu a jalovou vodivostí B-drátu k nulovému elektrickému potenciálu je při segmentování poruch využitelnější, než použití těchto dvou číselných údajů samostatně. Použití parametrů, které jsou odvozeny od jiných parametrů, umožňují provádět klasifikace založené na poměrných hodnotách. Například jeden parametr použitý v rozhodovacím stromu může být procentuální změnou jalové vodivosti linky ve vztahu k jalové vodivosti linky měřené v době instalování.

Navíc je třeba ke specifickým parametrům, které jsou použity k vybudování pravděpodobnostního stromu, dodat, že rozsahy těchto parametrů musí být specifikovány. I v tomto případě mohou být takové informace specifikovány předem v rámci činnosti člověka-experta. Například odpor A-drátu k nulovému elektrickému potenciálu může být segmentován do tří rozsahů : 0 až 1 KŮ, 1KŮ až 1 MŮ a větší než 1MŮ. Tyto klasifikace by mohly být založeny na zobecnění toho, že odpor menší než 1KŮ je příznačný pro zkrat v kabelu, odpor od 1KŮ do 1MŮ je příznačný pro zkrat nebo překřížení v kabelu nebo odbočce a odpor větší než 1 MŮ představuje normální provozní rozsah.

Selekce parametrů pro budování jak stromu, tak i rozsahů by mohla být specifikována předem. Alternativně by parametry a jejich rozsahy mohly být vybrány na základě účinnosti již předtím vybudovaného stromu pro klasifikování dat dřívějších poruch ze souboru testovaných případů.

Použití softwaru, který sestavuje jak bázi případů, tak i rozhodovací strom založený na datech z minulosti, umožňuje, že diagnóza poruch se stává přesnější, čím déle systém pracuje. Software, které buduje bázi případů a rozhodovací strom, by mohl být obsažen v TSC 132. V jiném případě by mohl být instalován v počítači na některém vzdáleném místě. Pokud je takový software ve vzdáleném počítači, musí být báze případů a rozhodovací strom zaveden do TSC 132.

Software, který buduje bázi případů a rozhodovací strom, je rovněž výhodně použitelný pro aktualizaci báze případů a rozhodovacího stromu na periodickém základě. Jak báze případů tak rozhodovací strom by mohly být aktualizovány tehdy, když je do databáze minulých poruch přidáván nový záznam. Aby se zkrátil čas potřebný pro počítačové provedení aktualizace, mohlo by být výhodné provádět aktualizování jednou za měsíc nebo v nějakých jiných periodických intervalech.

Specifický expertní systém, který je nakreslen na obr. 3A umožňuje rychlé budování expertního systému bez většího rozsahu předcházejícího programování. Přesnost tohoto systému je zdokonalena, protože systém se sám v průběhu činnosti opravuje. Rozsah pravidel pro segmentování poruch je znám předem, a proto tato pravidla mohou být programována do klasifikátoru 310 na bázi pravidel. Pokud je však některé pravidlo vynecháno nebo není vyvíječi pravidel známo, klasifikátor 314 na bázi stromu to pravděpodobně zjistí. Je-li naopak pravidlo nesprávně programováno do klasifikátoru 310 na bázi pravidel, klasifikátor 312 na bázi případů pravděpodobně zjistí, že výsledkem uplatňování takového pravidla je množství výjimek a bude účinně rušit nesprávně programované pravidlo.

Stále ještě může být žádoucí aktualizování softwaru nebo pravidel provádějících analýzu v kroku 260 na bázi pravidel. Toto aktualizování může být prováděno tehdy, když je to potřebné.

Pro provádění těchto úprav se velmi dobře hodí výstupy různých klasifikátorů znázorněných na obr. 3A. Jestliže například klasifikátor 312 na bázi případů ukáže, že pravidlo produkuje mnoho výjimek, mělo by dojít k odstranění takového pravidla. Jestliže v jiném případě klasifikátor 314 na bázi stromu vyprodukuje množství vektorů pravděpodobnosti, které mají nízkou pravděpodobnost k nim přidruženou, pak taková situace indikuje, že parametry nebo rozsahy použité ke konstruování větvení pravděpodobnostního stromu souvisejícího s těmito vektory nejsou dostatečně využitelné při označování míst poruch. Takové parametry by měly být následně odstraněny z pravděpodobnostního stromu nebo by měly být změněny rozsahy.

Jak již bylo uvedeno v předcházejícím textu, pravidla jsou programována do klasifikátoru 310 na bázi pravidel předem. Tato pravidla kodifikují expertní znalosti. Pokud jsou systémy, které segmentují poruchy v telefonní ústředně, na kabelu nebo stanici, známy, je znám také objem všech znalostí potřebných k vložení do klasifikátoru 310 na bázi pravidel. Tyto znalosti musí být vyjádřeny ve formátu JESTLIŽE, PAK (IF THEN), aby byly akceptovatelné komerčně dostupným softwarem, který uplatňuje klasifikátor 310 na bázi pravidel.

Aby mohly být zavedeny nové postupy měření podle tohoto vynálezu, jsou potřebná nová pravidla. Pravidla pro upřednostňované provedení tohoto vynálezu jsou uvedena v následujících tabulkách. Tabulka I uvádí pravidla, která jsou programována ve stopovém analyzátoru 350. Tabulka II uvádí pravidla, která jsou programována v analyzátoru 354 minulých potíží. Tabulka III uvádí pravidla, která jsou programována v analyzátoru 352 černé díry a Tabulka IV uvádí pravidla, která jsou programována v klasifikátoru 356 na bázi pravidel. První sloupec v každé tabulce předvádí JESTLIŽE (IF) část, která je potřebná pro spuštění pravidla. Druhý sloupec v každé tabulce uvádí rozhodnutí, když je JESTLIŽE (IF) část splněna. Třetí sloupec uvádí faktor určitosti (v tabulkách označen jako URČ) související s rozhodnutím. Mělo by být vzato v úvahu, že lze použít řadu dalších nebo alternativních pravidel.

Tabulka I

5

Pravidla stopové analýzy

JESTLIŽE (IF)	PAK (THEN)	URČ.
ČÍSLO ZAŘÍZENÍ, tak jak bylo obdrženo z KABELOVÉ DATABÁZE, se odlišuje od čísla ve SLEDOVACÍ STOPOVÉ DATABÁZI	Indikuj, že DATA Z MINULOSTI nemohou být použita pro klasifikaci poruchy	1,0
DATUMKA je starší než předcházející časový úsek provozu	Indikuj, že DATA Z MINULOSTI nemohou být použita pro klasifikaci poruchy	1,0
KABELOVÁ DATABÁZE indikuje, že technické vybavení linky bylo změněno po provedení DATUMKY ve SLEDOVACÍ STOPOVÉ DATABÁZI	Indikuj, že DATA Z MINULOSTI nemohou být použita pro klasifikaci poruchy	1,0
Části současného AC MODELU týkajícího se kabelu se liší od složky AC MODELU týkající se kabelu ve SLEDOVACÍ STOPOVÉ DATABÁZI méně než chyba měření; a části současného AC MODELU týkajícího se zakončení se liší od složky zakončení AC MODELU ve SLEDOVACÍ STOPOVÉ DATABÁZI více, než připouští chyba měření	Indikuj, že složka ukončení AC MODELU ve SLEDOVACÍ STOPOVÉ DATABÁZI nemůže být použita pro klasifikaci poruchy; a indikuj, že složka kabelu AC MODELU ve SLEDOVACÍ STOPOVÉ DATABÁZI může být použita pro klasifikaci poruchy	0,85
Současný AC MODEL linky se liší od AC MODELU ve SLEDOVACÍ STOPOVÉ DATABÁZI méně, než připouští chyba měření; a současný DC MODEL linky se liší od DC MODELU ve SLEDOVACÍ STOPOVÉ DATABÁZI méně, než připouští chyba měření	Indikuj, že DATA Z MINULOSTI mohou být použita pro klasifikaci poruchy	0,85

Tabulka II

5

Pravidla analýzy minulých potíží

JESTLIŽE (IF)	PAK (THEN)	URČ.
Nejnovější hlášení o UZAVŘENÍ potíží linky v DATABÁZI MINULÝCH PORUCH je starší než předcházející časový úsek provozu	Indikuj, že uložené potíže z minulosti nemohou být použity pro klasifikaci poruchy	1,0
Nejnovějším hlášením o UZAVŘENÍ potíží linky byla porucha v objektu účastníka; a nejnovější hlášení o UZAVŘENÍ potíží linky není starší než dva dny	Indikuj minulost poruch v objektu účastníka	0,75
Nejnovějším hlášením o UZAVŘENÍ potíží linky byla porucha sítě; a nejnovější hlášení o UZAVŘENÍ potíží linky není starší než dva dny	Indikuj minulost poruch v telefonní síti	0,75
Linka má více než jednu zprávu o UZAVŘENÍ potíží; a nejnovější uzavření potíží bylo provedeno ne déle než před 15 dny; a poslední zprávou o UZAVŘENÍ potíží bylo hlášení o poruše v objektu účastníka; a přinejmenším 75 % hlášení o UZAVŘENÍ potíží během posledních 15 dní se týkalo poruch v objektu účastníka	Indikuj minulost poruch v objektu účastníka	0,70
Linka má více než jednu zprávu o UZAVŘENÍ potíží; a nejnovější uzavření potíží bylo provedeno ne déle než před 15 dny; a poslední bylo UZAVŘENÍ poruchy v síti; a přinejmenším 75 % hlášení o UZAVŘENÍ potíží během posledních 15 dní se týkalo poruch v síti	Indikuj minulost poruch v telefonní síti	0,75

Tabulka III

5

Pravidla analýzy černé díry

JESTLIŽE (IF)	PAK (THEN)	URČ.
Linka je vedena v kabelech, jejichž úseky nemají poruchu měrného elektrického odporu větší než $1M\Omega$; a nejhorší porucha měrného elektrického odporu menší než $10K\Omega$; a neexistují žádné další poruchy měrného elektrického odporu na lince	Indikuj poruchu v objektu účastníka	0,80
Linka je vedena v kabelech, jejichž úseky nemají poruchu měrného elektrického odporu větší než $1M\Omega$; a linka má poruchu měrného elektrického odporu větší než $20K\Omega$	Indikuj poruchu v telefonní síti	0,75

Tabulka IV

10

Pravidla segmentování poruch

JESTLIŽE (IF)	PAK (THEN)	URČ.
Na lince byl detekován nebezpečný potenciál stejnosměrného (DC) proudu	Indikuj poruchu telefonní síti	1,0
Na základě parametrů v AC MODELU nebyl detekován žádný kabel; a nebylo detekováno žádné přístrojové vybavení v objektu účastníka; a nebyla detekována žádná baterie telefonní ústředny	Indikuj poruchu v telefonní síti	0,95
Nejhorší porucha měrného elektrického odporu ve vztahu k nulovému elektrickému potenciálu je menší nebo stejná jako odporový limit telefonní ústředny ve vztahu k nulovému elektrickému potenciálu	Indikuj poruchu v telefonní síti	0,90

Tabulka IV – pokračování

5

Nejhorší porucha měrného elektrického odporu při překřížení je menší nebo stejná jako odporový limit pro překřížení na telefonní ústředně	Indikuj poruchu v telefonní síti	0,80
Nejhorší porucha měrného elektrického odporu při zkratu je menší nebo stejná jako odporový limit pro zkrat na telefonní ústředně	Indikuj poruchu v telefonní síti	0,80
Nejhorší porucha měrného elektrického odporu při překřížení je větší než odporový limit pro překřížení na telefonní ústředně, ale je menší než limit pro těžkou poruchu měrného elektrického odporu	Indikuj poruchu v telefonní síti	0,75
Nejhorší porucha měrného elektrického odporu ve vztahu k nulovému elektrickému potencionálu je větší než odporový limit telefonní ústředny ve vztahu k nulovému elektrickému potencionálu, ale je menší než limit pro těžkou poruchu měrného elektrického odporu; a další porucha měrného elektrického odporu při překřížení je stejná nebo menší než odporový limit pro překřížení na telefonní ústředně	Indikuj poruchu v telefonní síti	0,75
Nejhorší porucha měrného elektrického odporu je zkrat a je větší než odporový limit telefonní ústředny při zkratu, ale je menší než limit pro těžkou poruchu měrného elektrického odporu; a další porucha měrného elektrického odporu je překřížení a je stejná nebo menší než odporový limit pro překřížení na telefonní ústředně	Indikuj poruchu v telefonní síti	0,85

Tabulka IV – pokračování

Nejhorší porucha měrného elektrického odporu je zkrat a je větší než odporový limit telefonní ústředny při zkratu, ale je menší než limit pro těžkou poruchu měrného elektrického odporu; a žádnou poruchou měrného elektrického odporu tentokrát není překřížení vykazující stejný nebo menší měrný elektrický odpor než je odporový limit pro překřížení na telefonní ústředně	Indikuj poruchu v objektu účastníka	0,75
Kapacitance A-drátu k nulovému elektrickému potenciálu v AC MODELU se liší o více než 20 %; a nebyl detekován žádný vysokoimpedanční vyzváněč; a AC MODEL vykazuje vysokou impedanci mezi A-drátem a B-drátem	Indikuj poruchu v telefonní síti	0,90
Byla detekována vysoká úroveň šumu s frekvencí elektrického vedení	Indikuj poruchu v telefonní síti	0,70
Nebylo detekováno zakončení; a Kapacitance A-drátu k nulovému elektrickému potenciálu a B-drátu k nulovému elektrickému potenciálu v AC MODELU jsou ekvivalentní; a je možno použít odkazová data ve SLEDOVACÍ STOPOVÉ DATABÁZI; a délka kabelu linky není o více než 100 stop (30,5 m) kratší než délka kabelu odvozená z odkazových dat	Indikuj poruchu v objektu účastníka	0,85
Nebylo detekováno zakončení; a Kapacitance A-drátu k nulovému elektrickému potenciálu a B-drátu k nulovému elektrickému potenciálu v AC MODELU jsou ekvivalentní; a je možno použít odkazová data ve SLEDOVACÍ STOPOVÉ DATABÁZI; a délka kabelu linky je o více než 100 stop (30,5 m) kratší než délka kabelu odvozená z odkazových dat	Indikuj poruchu v telefonní síti	0,85

Tabulka IV – pokračování

Bylo detekováno zakončení; a nebyly detekovány další poruchy; a nejsou indikovány minulé poruchy v objektu účastníka; a nejsou indikovány minulé poruchy v telefonní síti	Indikuj test - OK	0,85
Nebylo detekováno zakončení; a může být použit odkaz uložený ve SLEDOVACÍ STOPOVÉ DATABÁZI; a porovnání MTDR stopy s uloženou odkazovou MTDR stopou nevykazuje žádný znak zařízení mezičlátku pro připojení objektu účastníka k telefonní síti	Indikuj poruchu v telefonní síti	0,85
Nebylo detekováno zakončení, a může být použit odkaz uložený ve SLEDOVACÍ STOPOVÉ DATABÁZI; a porovnání MTDR stopy s uloženou odkazovou MTDR stopou vykazuje znak zařízení mezičlátku pro připojení objektu účastníka k telefonní síti	Indikuj poruchu v objektu účastníka	0,85
Je detekována porucha měrného elektrického odporu tak jako při zkratu, překřížení nebo potížích nulového elektrického potencionálu; MTDR stopa vykazuje znak průniku vody do vedení linky	Indikuj poruchu v telefonní síti	0,70
Je detekována porucha měrného elektrického odporu při překřížení; a napětí překřížení je vyšší než 120 V střídavého elektrického proudu (AC)	Indikuj poruchu v telefonní síti	0,80
Je detekována porucha měrného elektrického odporu při překřížení; a napětí překřížení je nižší než 120 V střídavého elektrického proudu (AC)	Indikuj poruchu v objektu účastníka	0,80

Tabulka IV – dokončení

Je detekována porucha měrného elektrického odporu související s nulovým elektrickým potencionálem; a MTDR měření indikuje problémy pláště kabelu v souvislosti s nulovým elektrickým potencionálem	Indikuj poruchu v telefonní síti	0,95
Je detekována porucha měrného elektrického odporu související s nulovým elektrickým potencionálem; a měrný elektrický odpor poruchy je menší než jedna polovina měrného elektrického odporu smyčky plus 250 Ω	Indikuj poruchu v telefonní síti	0,80
Je detekována porucha měrného elektrického odporu při zkratu; a pro klasifikaci této poruchy mohou být použity odkazové údaje uložené ve SLEDOVACÍ STOPOVÉ DATABÁZI; a porovnání MTDR stopy s uloženou odkazovou MTDR stopou vykazuje znak zařízení mezičlánku pro připojení objektu účastníka k telefonní síti	Indikuj poruchu v objektu účastníka	0,85
Je detekována porucha měrného elektrického odporu při zkratu; a pro klasifikaci této poruchy mohou být použity odkazové údaje uložené ve SLEDOVACÍ STOPOVÉ DATABÁZI; a porovnání MTDR stopy s uloženou odkazovou MTDR stopou nevykazuje žádný znak zařízení mezičlánku pro připojení objektu účastníka k telefonní síti	Indikuj poruchu v objektu účastníka	0,85

5

Jak již bylo uvedeno, jsou technická vybavení a způsoby pro měření parametrů a detekování přerušného obvodu, zkratu, překřížení, poruch nulového elektrického potencionálu nebo šumu dobře známy. Komerčně dostupná testovací a měřicí přístrojová vybavení umožňují realizovat celou řadu technických postupů měření. Obdobně mají tato komerčně dostupná technická vybavení prostředky pro určování, zdaje sluchátko účastníka vyvěšeno, jak je to využíváno v případě činnosti rozhodovacího bloku 224.

10

Technický postup vedoucí ke stanovení, zda má účastnická linka vysokoimpedanční zakončení, nebyl doposud začleněn do přístrojového vybavení pro automatické testování linek. Tradičním postupem pro zjišťování přítomnosti vyzváněčů na lince je vyslání signálu střídavého elektrického proudu majícího nízké napětí. Vyslané napětí je natolik silné, aby umožnilo průchod elektrického proudu přes vyzváněč, ale není natolik silné, aby způsobilo zvonění telefonu. Na základě měření elektrického proudu může být vypočítán počet vyzváněčů na telefonní lince.

Tento způsob však není použitelný pro detekování vyzváněčů v pevné fázi nebo jiných vysokoimpedančních zakončení. Taková zařízení, která jsou k lince připojena, mají sériově zapojenou Zenerovu diodu nebo jiný článek, jenž blokuje nelineární napětí. Zenerova dioda není vodivá, pokud přiváděné napětí nepřekročí daný práh napětí. Proto testování vyzváněče nízkým napětím nevyprodukuje průchod elektrického proudu, a v důsledku toho může vzniknout nesprávná indikace, že na lince není přítomen žádný vyzváněč. V rozhodovacím bloku 218 je přítomnost vysokoimpedančního vyzváněče detekována měřením vysílaného elektrického proudu dvěma rozdílnými způsoby. V podmínkách prvního způsobu je aplikováno takové napětí, které nestačí k uvedení Zenerovy diody do vodivého stavu. V druhém případě má vyslaný signál takové napětí, které postačuje k uvedení Zenerovy diody do vodivého stavu. Avšak v obou případech má vyslaný signál výhodně takovou úroveň napětí, která skutečně nezpůsobí zvonění telefonu připojeného k lince. Pro uvedený účel je výhodné vysílat impulzy s dobou náběhu v rozsahu od 10 do 100 milisekund. Napětí prvního impulsu je voleno tak, aby bylo o něco menší než napětí používané při testovacím detekování běžného vyzváněče. V tomto konkrétním případě je zvoleno napětí 7,7 V, ale přesná hodnota není pro tento výsledek podstatná. Elektrický proud indukovaný tímto napětím je integrován. Integrovaná doba je výhodně volena tak, aby potlačila šum generovaný elektrickými vodiči a jinými periodickými zdroji. V US je upřednostňována taková integrační doba, která je celé číslo násobku 1/30 sekundy, zatímco v Evropě je upřednostňováno celé číslo násobku 1/25 sekundy. Integrovaný proud představuje náboj, který je nashromážděn v telefonní lince.

Napětí druhého impulsu je vytvořeno bateriovým potencionálem telefonní ústředny nebo jiným vhodným zdrojem vysokého napětí. Elektrický proud je opět na stejnou dobu integrován. Integrovaný elektrický proud představuje náboj nashromážděný v telefonní lince plus náboj nashromážděný ve vyzváněči. Protože telefonní linka je převážně lineární zařízení, její kapacitance je stejná bez ohledu na úroveň aplikovaného napětí. Náboj nashromážděný v lince v důsledku vyššího napětí by měl být úměrný náboji nashromážděnému v důsledku nižšího napětí. Faktor úměrnosti je vyjádřen poměrem vyššího napětí k nižšímu napětí. Každý rozdíl v náboji měřeném při vyšším napětí nad toto úměrné množství představuje náboj, který je použit pro nabití vlastní kapacitance vyzváněče poté, kdy je Zenerova dioda uvedena do vodivého stavu. Tento náboj poskytuje indikaci kapacitance a rozsahu Zenerových diod všech vysokoimpedančních vyzváněčů, které jsou k telefonní lince připojeny. Jestliže je vypočítaná kapacitance v rozsahu, který se předpokládá pro jeden nebo více vysokoimpedančních vyzváněčů, lze vyvodit závěr, že k lince je připojen vysokoimpedanční vyzváněč. Vydělením vypočítané kapacitance průměrnou kapacitancí jednoho vysokoimpedančního vyzváněče může být rovněž vypočítán celkový počet vysokoimpedančních vyzváněčů.

Měření potřebná ke stanovení počtu vysokoimpedančních vyzváněčů jsou ve všech případech měřeními, která může provádět běžně dostupná dálková měřicí jednotka. Výpočty, které jsou potřebné pro stanovení, zda jsou vysokoimpedanční vyzváněče přítomny, je rovněž možné snadno programovat na počítači v rámci TSC 132.

Druhým technickým postupem měření, který není používán v momentálně dostupných testovacích přístrojových vybaveních, je vysokoimpedanční měření, které se provádí při realizaci kroku 240 (obr. 2). Tento postup měření využívá technické prostředky, jako je tomu v případě komerčně dostupného přístrojového vybavení pro testování linek. Výpočty, které mohou být snadno programovány v TSC 132, jsou prováděny na základě takových dat. Výsledkem těchto výpočtů je

stanovení měrného elektrického odporu linky od telefonní ústředny až do místa zkratu nebo překřížení. Tím, že měrný elektrický odpor linky je úměrný délce vodiče, jsou tyto naměřené hodnoty užitečnou indikací vzdálenosti místa poruchy od telefonní ústředny. Je-li tato indikace místa poruchy porovnána s délkou linky, která je indikována v uložené odkazové stopě, může tato hodnota být velmi užitečná při lokalizování poruchy. Obr. 6 je schéma účastnické linky 108, která je tvořena A-drátem a B-drátem. Porucha ve smyslu zkratu nebo překřížení je označena jako napětí V_f spojené přes nějaký měrný elektrický odpor R_f k B-drátu. Mělo by být vzato v úvahu, že tatáž analýza bude platná i v případě, kdy je porucha na straně A-drátu. Měrný elektrický odpor mezi telefonní ústřednou a poruchou je označen jako R_L . Měrný elektrický odpor mezi poruchou a koncem linky včetně měrného elektrického odporu při vyvěšení sluchátka přístrojového vybavení účastníka nebo jiného odporového zakončení linky je označen jako R_{eq} .

Prvním prováděným měřením je měření napětí mezi A-drátem a B-drátem. Další měření se provádí tak, že po zavedení napětí do B-drátu se změří napětí na A-drátu. Třetí měření napětí může být označeno jako V_{i1} . Toto třetí měření se provádí tak, že po zavedení napětí do B-drátu se změří napětí na tomto B-drátu. Toto změřené napětí může být označeno jako V_{r2} .

Třetí měřené napětí uvádí hodnotu V_f . Za předpokladu, že zdroj použitý k zavedení napětí do linky má vnitřní měrný elektrický odpor R_s a vnitřní napětí V_d , třetí měření uvádí elektrický proud na B-drátu. Použijí-li se tato měření, lze podle Ohmova zákona vypočítat měrný elektrický odpor poruchy a měrný elektrický odpor linky vedoucí od telefonní ústředny k poruše. Měrný elektrický odpor R_L linky je dán výrazem $R_s(V_{i1} - V_{r2})/(V_{r2} - V_d)$. Měrný elektrický odpor R_f poruchy je dán výrazem $R_s(V_f - V_{i1})/(V_{r2} - V_d)$.

Prováděné výpočty předpokládají, že voltmetr, který je při měření použit, nemá žádný účinek na napětí na lince. Voltmetry jsou vyráběny tak, aby měly velmi vysoké impedance, takže nebudou při měření zatěžovat elektrické obvody. V některých případech, kdy je měrný elektrický odpor poruchy velmi vysoký, může být žádoucí provést matematicky kompenzaci zátěžového účinku měřiče. Kompenzace se dělá provedením přinejmenším dvou měření napětí. První je provedeno samotným voltmetrem. Druhé měření je provedeno tak, že s voltmetrem je paralelně zapojena odporová součástka. Jestliže je znám vnitřní měrný elektrický odpor voltmetru, mohou být měření použita k vypočítání poklesu měřeného napětí způsobeného vstupem proudu do voltmetru. Tento pokles může být připočten k měřenému napětí, čímž by se indikovalo měřené napětí vedené do voltmetru, který nezatíží obvod. Známým technickým postupem měření je také MTDR (měření reflektometrem pro měření v časové oblasti). Přístrojové vybavení, které provádí MTDR měření a produkuje MTDR data odvozená od MTDR měření, je rovněž známo. Tyto záležitosti jsou popsány například v publikaci nazvané "Reflektometrie v časové oblasti: univerzální nový způsob testování kabelů" a otištěné v "TELEPHONY" dne 19. ledna 1976, jejímž autorem je John Trudel. Tato publikace je zde zahrnuta ve formě odkazu. Tato studie popisuje, jak určité poruchy vytvářejí charakteristické vzorce. Například A-dráty nebo B-dráty zkratované k nulovému elektrickému potencionálu pláště kabelu produkují záporně jdoucí impuls, zatímco voda v kabelu produkuje dvojici impulsů s opačnou polaritou. Krok 246 je programován tak, aby rozpoznával tyto vzorce.

Protože MTDR měření jsou v tomto vynálezu prováděna přístrojovým vybavením, jež je připojeno spíše k přepojovači než k přímo ke kabelu, musí být příslušně vybrány určité parametry měření. Impulz použitý pro MTDR měření má amplitudu výhodně v rozsahu od 10 voltů do 20 voltů a průběh výhodně v rozsahu od 2 nanosekund (nsek) do 1 mikrosekundy (Tsec). Měla by být použita nejvyšší možná amplituda, která ještě nepoškodí zařízení v telefonní síti. Impulz by měl mít nejuzší možný průběh, aby umožnil dokonalejší rozlišení. Existují dvě omezení, která mají vliv na to, jak úzký může takový signál být. Za prvé, úzké impulzy obsahují méně energie než široké impulzy a neprodukují použitelný signál na dlouhých telefonních linkách. Za druhé, vedení mezi dálkovou měřicí jednotkou 120 a kabelem 110 obsahuje celou řadu spojů uvnitř telefonní ústředny 102. Tyto spoje představují přerušeni, která by mohla způsobit předčasné odrazení

impulzu. Aby se tomu předešlo, měla by být délka průběhu impulzu natolik postačující, aby zdroj napětí v dálkové měřicí jednotce 126 ještě napájel linku v době, kdy hrana impulzu vstoupí do kabelu 110, což znamená, že šířka impulzu musí přesáhnout dobu šíření od měřicího přístrojového vybavení 126 do kabelu 110. Doba šíření je úměrná délce vodičů. Maximálně povolitelná délka vodičů v telefonní ústředně 102 je předepsána telefonní společností jako předpisy TÚ, a proto je k dispozici i pro potřeby použití v TSC 132 a dálkové měřicí jednotce 120.

Stanovení šířky impulzu, který má být použit pro určitou linku, se provádí tak, že dálková měřicí jednotka 120 nejdříve nastaví šířku impulzu na nejnižší možné minimum v rozsahu limitů telefonní ústředny. Následně je provedena série měření, přičemž šířka impulzu se postupně zvětšuje. Při každém měření se sleduje, zda delší impulz produkuje odrazy, které se objevují později, než je tomu u užších impulzů. Nejužší impulz, který vyprodukoval poslední odražený impulz, je vybrán jako šířka impulzu pro použití při proměřování vybrané účastnické linky. Parametry impulzu, které jsou použity pro provedení prvního měření jsou následně uloženy jako součást stopy takové linky a jsou použity pro všechna následující proměřování takové linky. Po provedení popisu upřednostňovaného provedení tohoto vynálezu je potřebné dodat, že mohou být sestavena další alternativní provedení. Například do sestavy na obr. 2 byly začleněny různé rozhodovací bloky, aby bylo možno vyhnout se měřením s použitím MTDR tehdy, když tento přístroj neposkytuje použitelné informace. Tyto rozhodovací bloky byly použity proto, aby v průměru zkrátily celkový čas, který je potřebný pro izolování poruchy. Systém by bez nich mohl pracovat stejně dobře, ačkoli o něco pomaleji. Předběžná analýza v kroku 214 byla popsána jako stejná analýza používaná v komerčně dostupných výrobcích. Mohly by však být použity i jiné typy analýzy. Například by mohl být použit software expertního systému. Navíc předběžná analýza je předvedena odděleně od analýzy na bázi znalostí. Software pro analýzu na bázi znalostí, který byl znázorněn na obr. 3. by mohl být stejně dobře programovatelný pravidly tak, aby vykonával funkce předběžné analýzy. K testování, které bylo v předcházejícím textu popsáno, by mohlo být přidáno další testování. Například v obr. 2 je ukázán krok 290, při jehož realizaci je prováděna analýza trendu. Je možné, že příznaky rozvíjejícího se problému se mohou objevit na telefonní lince před tím, než je problém natolik vážný, aby byl označen jako porucha. Protože TSC 132 je konfigurován pro uchovávání údajů o provozních parametrech telefonní linky v různých časech, je možné použít takové údaje pro detekování trendu vedoucího k poruše.

Krok 290 by mohl například občas prověřovat měrný elektrický odpor A-drátu ve vztahu k B-drátu v DC modelu linky. Pokud údaje týkající se takového měrného elektrického odporu vykazují na počátku 10 MŮ, ale za dva měsíce dojde k poklesu na 4 MŮ, může tento trend indikovat rozvíjející se zkrat mezi A-drátem a B-drátem. Tato informace by mohla být využita pro naplánování servisní opravy linky. Alternativně by mohla být tato informace uchována až do zahájení servisních oprav. Pak by tato informace mohla být využita jako pomoc při lokalizování poruchy. V tomto případě by analýza 260 na bázi znalostí mohla využívat pravidla dávající do souvislosti aktuální poruchy s trendy z minulosti, které byly detekovány při provádění kroku 290.

Údaje použitelné pro detekování trendů při provádění kroku 290 by mohly obsahovat úplnou sestavu parametrů, které jsou měřeny při realizaci kroku 212. V jiném případě je možno uvést, že byly popsány různé funkce prováděné softwarem expertního systému. Expertní systémy jsou výhodné, protože software, který řídí provádění programů v průběhu daného rozhodovacího procesu, je komerčně dostupný. Expertní systémy jsou upraveny pro řešení problému segmentace poruch tím, že jsou vybaveny pravidly a údaji o tomto specifickém problému. Mělo by však být vzato v úvahu, že počítač by mohl být programován tak, aby dělal tatáž rozhodnutí bez použití komerčně dostupného softwaru expertního systému. Všechny programovací jazyky skutečně obsahují sestavovače umožňující podmíněné větvení. Kterýkoli z těchto jazyků by mohl být použit k sestavení programů, jež provádějí klasifikaci různých vstupních parametrů. Měření zmiňovaná v souvislosti s rozhodovacím blokem 218 byla prováděna s použitím impulzu stejnosměrného (DC) proudu. Impulzem by mohl alternativně být signál střídavého (AC) proudu mající lineárně stoupající amplitudu. V jiném případě by mohl impulzem být AC signál, mající

- amplitudu modulovanou $\sin(X)/x$ funkcí. Tyto alternativní tvary signálu by mohly omezit "cinkání zvonku". Cinkání zvonku je slyšitelné cinkání telefonního vyzváněče při testování. V upřednostňovaném provedení byla veškerá analýza údajů dávana do souvislosti s činností TSC 132. Dálková měřicí jednotka 120 rovněž obsahuje počítač, který by mohl být programován pro provádění určité analýzy. Ve skutečnosti to není nutné, protože existuje samostatný ovladač testovacího systému. Jak ovládání měřicího technického vybavení prováděného CPU 122, tak i provádění analýzy v rámci činnosti TSC 132 by bylo možno vykonávat na jednom počítači.
- V jiných případech by mohly být využity více než dva počítače. Bylo uvedeno, že několik expertních systémů je řízeno jedinou pracovní stanicí v TSC 132. Každý expertní systém by mohl být programován tak, aby byl řízen samostatným počítačem. Zkušenému odborníkovi v této oblasti techniky jsou zřejmé různé způsoby vytváření počítačových sítí, které vzájemně propojují samostatné počítače.
- Rovněž bylo uvedeno, že dálková měřicí jednotka je umístěna v telefonní ústředně. Mohla by však být fyzicky umístěna v kterémkoli místě. Výhodně bude umístěna v některém zařízení obsahujícím přepojovací technické vybavení. Příklady takových alternativních míst jsou hlavní digitální terminály, digitální linkové koncentrátory a optické síťové jednotky.
- V přecházejícím textu bylo zmíněno, že měření přístrojem MTDR bylo prováděno ve vztahu mezi vodiči A-drátu a B-drátu každé účastnické linky. Bylo by rovněž možné provádět MTDR nebo jiná měření mezi vodiči linky a pláštěm kabelu. Tato měření by mohla napomáhat při lokalizování zkratů souvisejících s pláštěm kabelu. Aby taková měření mohla být prováděna, muselo by být přístupové technické vybavení modifikováno pro připojení MTDR součásti měřicího technického vybavení 126 k plášti kabelu. Pokud by byla taková měření provedena, pak by namísto uložení jedné MTDR stopy pro každou účastnickou linku existovala potřeba uchovávat vícenásobné stopy.
- Vícenásobné MTDR stopy jedné účastnické linky by mohly být uchovávány i z dalších důvodů. Vícenásobné stopy by mohly představovat měření, která byla provedena v různých dobách.
- Dále bylo uvedeno, že vysokoimpedanční měření prováděná při realizaci kroku 240 jsou použitelná pro detekování konkrétních jednotlivých poruch. Stejně postupy jsou také použitelné při detekování konkrétních podmínek vícenásobných poruch. Takový postup může být využit při detekování nahromaděných poruch na lince, jakými jsou například zkrat a potíže související s nulovým elektrickým potenciálem.
- Rovněž bylo zmíněno, že DC měření byla představena jako DC model tvořený pěti měrnými elektrickými odpory. Tatáž informace může být ekvivalentně představena jako AC model mající tři měrné elektrické odpory a dva zdroje napětí. Obdobně bylo uvedeno, že byly měřeny měrné elektrické odpory a impedance. Všechna taková měření by mohla být ekvivalentně nazvána jako konduktance nebo admittance.
- Upřednostňované provedení tohoto vynálezu bylo popsáno jako systém testování kovových vodičů účastnických linek v telefonní síti. Stejně postupy by mohly být přiměřeně použity při testování jiných typů vodičů telefonních linek. Toto by vyžadovalo menší úpravy měřicího technického vybavení. Například pro testování linek obsahujících optická vlákna by namísto MTDR byl použit optický reflektometr pro měření v časové oblasti. Alternativně by mohly být tyto postupy uplatněny i v jiných typech sítí. Například by mohly být uplatněny v místní síti dané oblasti v komerční budově, v níž jsou propojeny větší počty počítačů a počítačových periferních zařízení. Zde popisované postupy měření by byly zejména použitelné pro testování koaxiálních kabelových sítí. Z uvedených souvislostí vyplývá, že tento vynález by měl být limitován pouze duchem a rozsahem připojených patentových nároků.

PATENTOVÉ NÁROKY

5

1. Zařízení pro určení úseku s poruchou ve fyzikálním přenosovém médiu telekomunikační sítě, která má účastnické linky, přičemž toto zařízení zahrnuje prostředky pro měření parametrů zvolené účastnické linky v časové oblasti, napojené na paměťové prostředky pro ukládání parametrů a s měřicími a paměťovými prostředky spojené porovnávací prostředky, **vyznačující se tím**, že prostředky pro měření parametrů pro zvolenou účastnickou linku (108) jsou napojené na paměťové prostředky pro uchovávání hodnot parametrů pro zvolenou účastnickou linku (108) naměřených v prvním čase, přičemž s uvedenými měřicími a paměťovými prostředky spojené porovnávací prostředky jsou tvořeny prostředky pro porovnávání uchovávaných hodnot parametrů pro zvolenou účastnickou linku (108) naměřených v prvním čase s hodnotami parametrů zvolené účastnické linky (108) naměřenými ve druhém čase a prostředky pro určení místa poruchy v síti na základě změny parametrů.

2. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že telekomunikační síť je tvořena telefonní sítí a každá účastnická linka (108) obsahuje vodiče zakončené v účastnickém objektu (112) a prostředky pro určení místa poruchy jsou tvořeny prostředky pro rozlišování mezi poruchami na vodičích (116) uvnitř účastnických objektů (112) a poruchami v jiných úsecích telefonní sítě.

3. Zařízení podle nároku 2, **vyznačující se tím**, že obsahuje paměťové prostředky pro uchovávání hodnot parametrů pro zvolenou účastnickou linku (108) příznačných v prvním čase, v němž se na účastnické lince (108) nevyskytují žádné poruchy, tvořené sledovací stopovou databází (138).

4. Zařízení podle nároku 3, **vyznačující se tím**, že obsahuje paměťové prostředky pro uchovávání hodnot parametrů tvořených stopou získanou reflektometrem pro měření v časové oblasti, například sledovací stopovou databází (138).

5. Zařízení podle nároku 3, **vyznačující se tím**, že telefonní síť zahrnuje telefonní ústřednu (102) a prostředky pro měření zahrnují měřicí jednotku (120), umístěnou v telefonní ústředně (102).

6. Zařízení podle nároku 5, **vyznačující se tím**, že telefonní síť zahrnuje technickou služebnu (130) a paměťové prostředky obsahují energeticky nezávislou paměť pro hromadné ukládání dat, jako disketové paměťové jednotky nebo páskové paměťové jednotky, která je připojena k počítači tvořícímu testovací systém (132) a umístěnému v technické služebně (130).

7. Zařízení podle nároku 2, **vyznačující se tím**, že prostředky pro určení místa poruchy zahrnují počítač, který zahrnuje jednak určitý počet expertních systémů, kdy každý z těchto systémů má výstup představující předpověď místa poruchy a jednak prostředky pro vyselektování místa poruchy na základě výstupů určitého počtu expertních systémů.

8. Zařízení podle nároku 7, **vyznačující se tím**, že expertní systémy obsahují jednak expertní systém tvořený klasifikátorem (310) na bázi pravidel aplikovaných pro určení místa poruch na měřené parametry a jednak expertní systém tvořený klasifikátorem (312) na bázi případů, pro určení místa poruch aplikací případů, které jsou výjimkami z pravidel, na měřené parametry.

9. Zařízení podle nároku 8, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že expertní systémy dále obsahují expertní systém tvořený klasifikátorem (314) na bázi stromu podmíněných pravděpodobností, z nichž každá je pravděpodobností toho, že porucha je v předem určeném úseku telefonní sítě, jenž je vymezen hodnotami měřených parametrů.

5

10. Způsob určení úseku s poruchou v účastnické lince telefonní sítě, prostřednictvím zařízení podle některého z předcházejících nároků, které je připojeno k přepojovací v telefonní síti a které má schopnost provádět reflektometrická měření v časové oblasti, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že se provede reflektometrické měření pro zvolenou účastnickou linku (108) v prvním čase, kdy na účastnické lince (108) nejsou žádné poruchy a parametry z tohoto měření získané se uloží do paměti, poté se provede další reflektometrické měření pro tuto účastnickou linku (108) ve druhém čase, kdy se na účastnické lince (108) vyskytuje porucha a nakonec se porovnají uložené parametry s parametry získanými měřením ve druhém čase a určí se, ve kterém úseku telefonní sítě se porucha vyskytuje.

10

11. Způsob podle nároku 10, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že při porovnávání parametrů se zjišťuje výskyt poruchy na vodičích (116) účastnické linky (108) v účastnickém objektu (112).

15

12. Způsob podle nároku 11, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že při zjišťování výskytu poruchy na vodičích (116) v účastnickém objektu (112) se lokalizuje odražený impulz v reflektometrickém měření provedeném v prvním čase, indukující přerušeni v účastnické lince a zjišťuje se přítomnost odpovídajícího odraženého impulzu v reflektometrickém měření v druhém čase, přičemž v případě zjištění jeho přítomnosti se indikuje výskyt poruchy na vodičích v účastnickém objektu.

20

13. Způsob podle nároku 12, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že obsahuje krok indikování výskytu poruchy na účastnické lince (108) v místě mimo vodiče (116) v účastnickém objektu (112) při zjištění nepřítomnosti odraženého impulzu v reflektometrickém měření ve druhém čase.

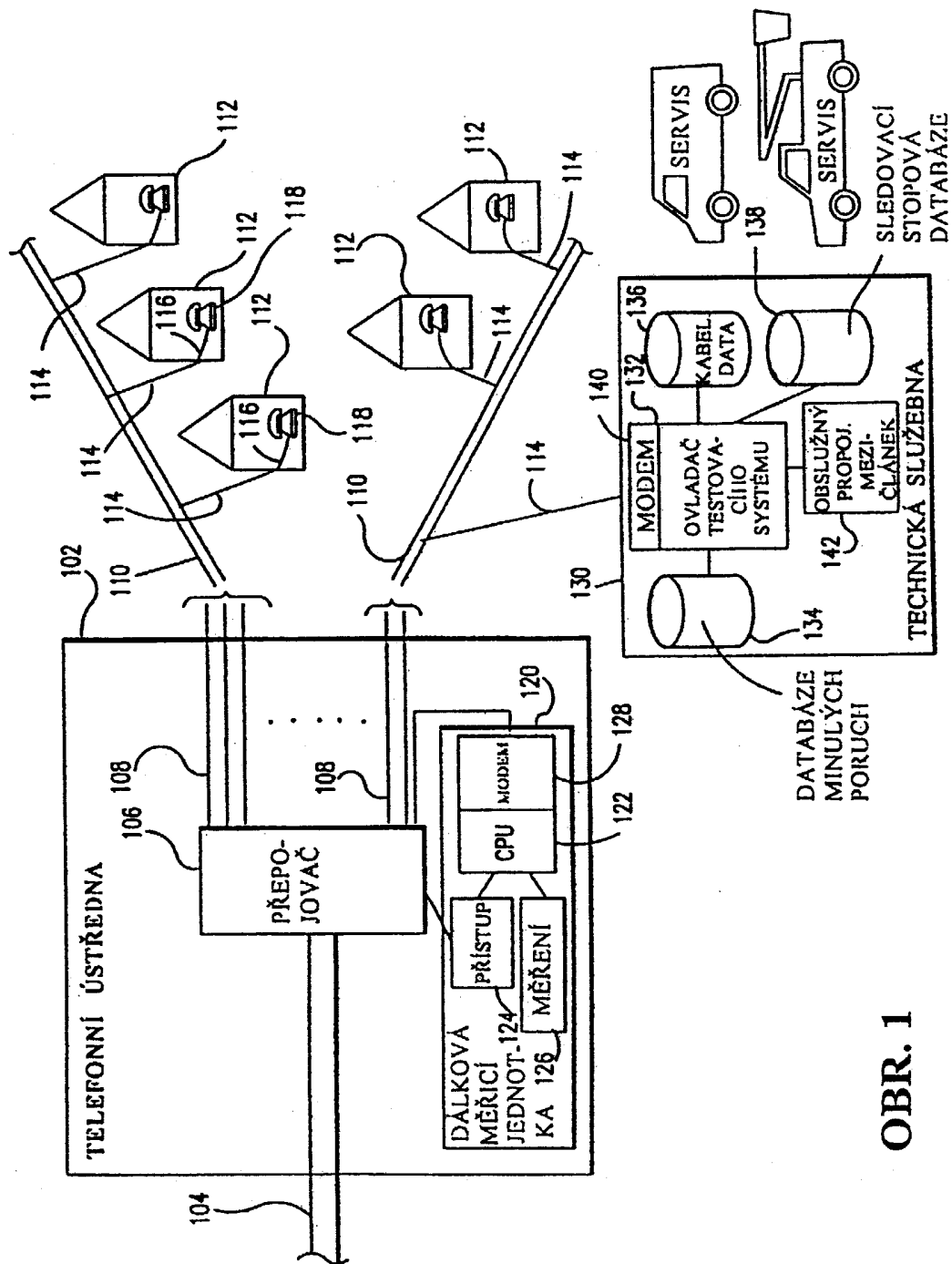
25

14. Způsob podle nároku 12, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že krok lokalizace odraženého impulzu v reflektometrickém měření v prvním čase zahrnuje lokalizování odraženého impulzu generovaného síťovým předělovým mezičlánkovým zařízením.

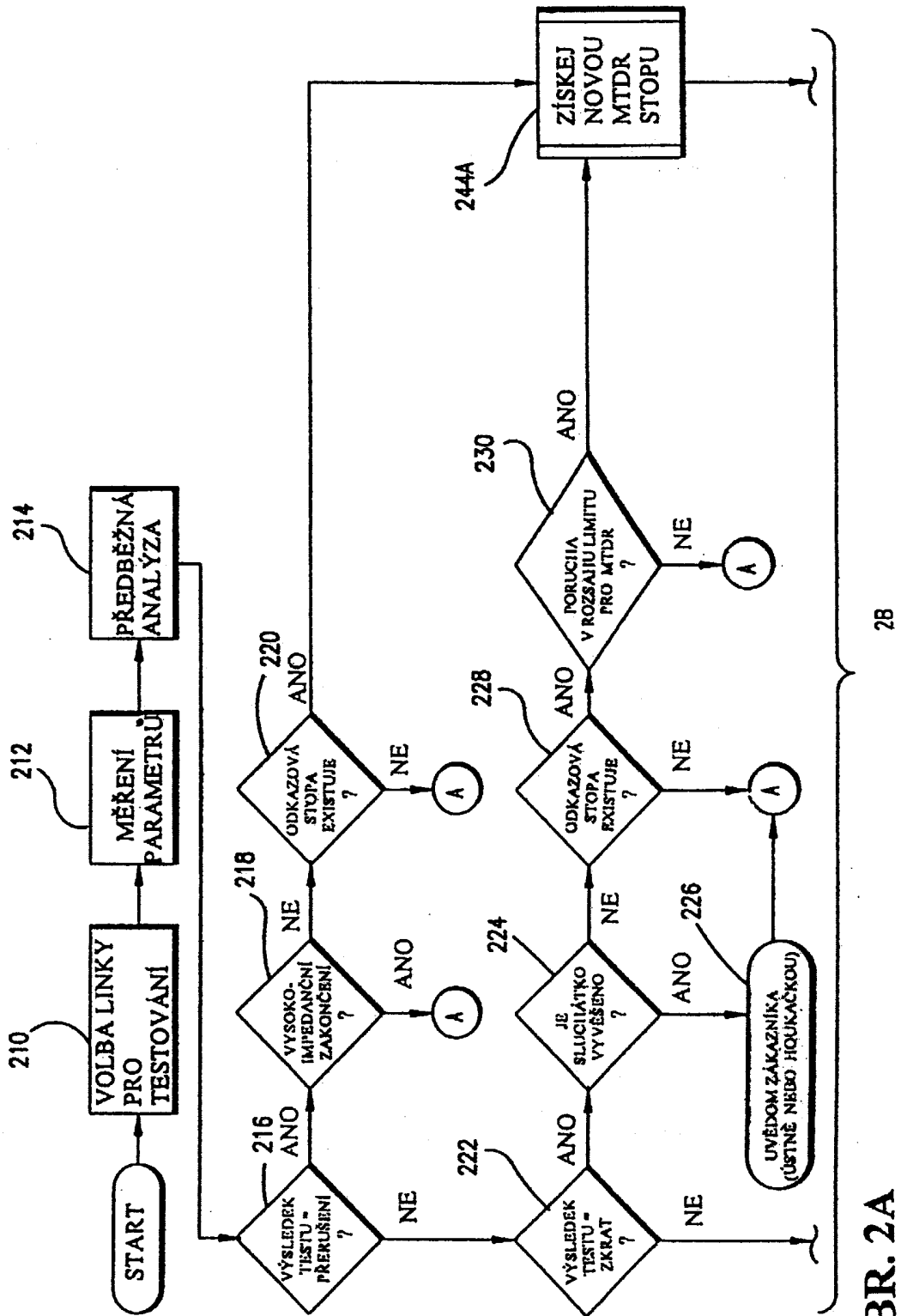
30

35

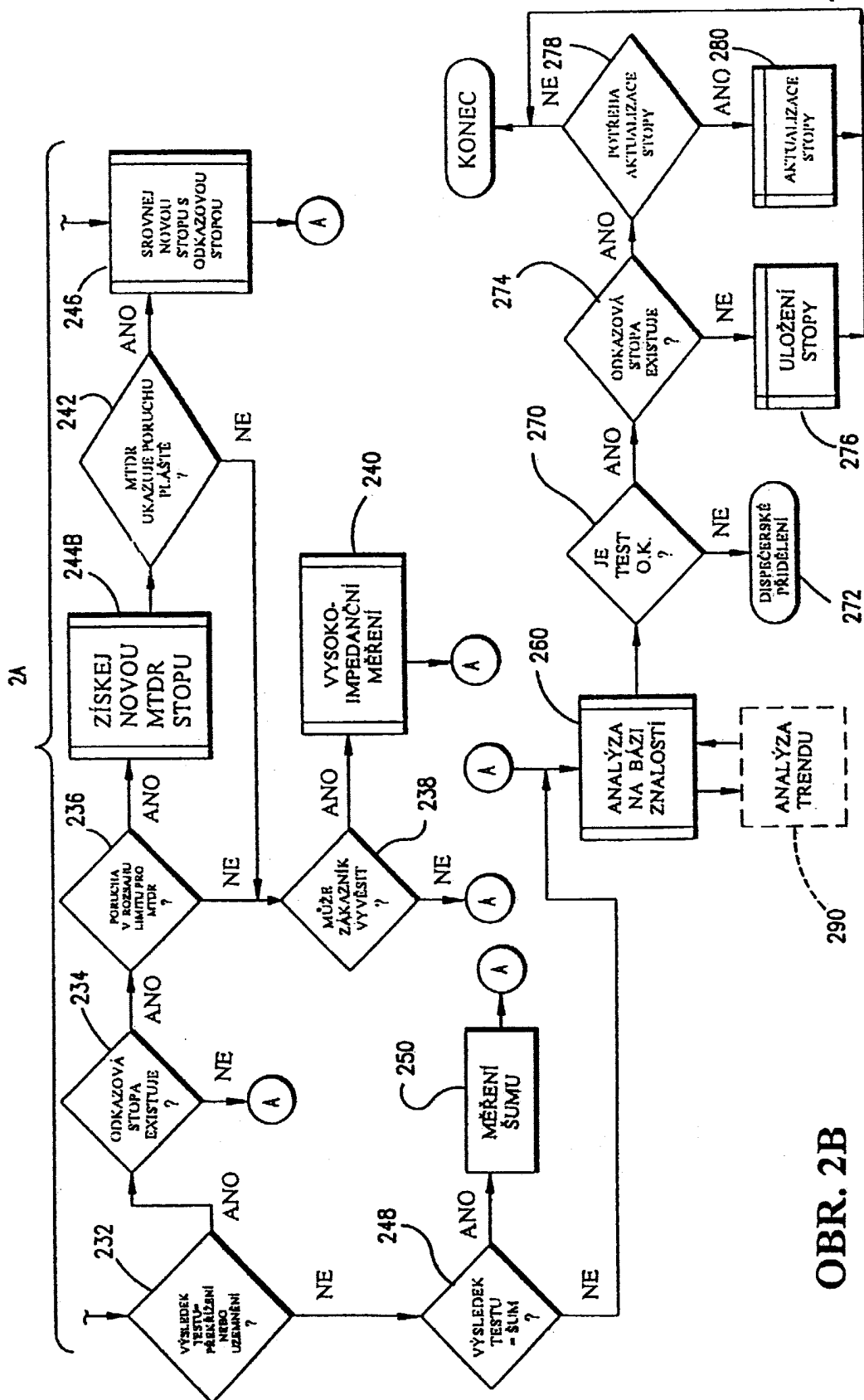
8 výkresů



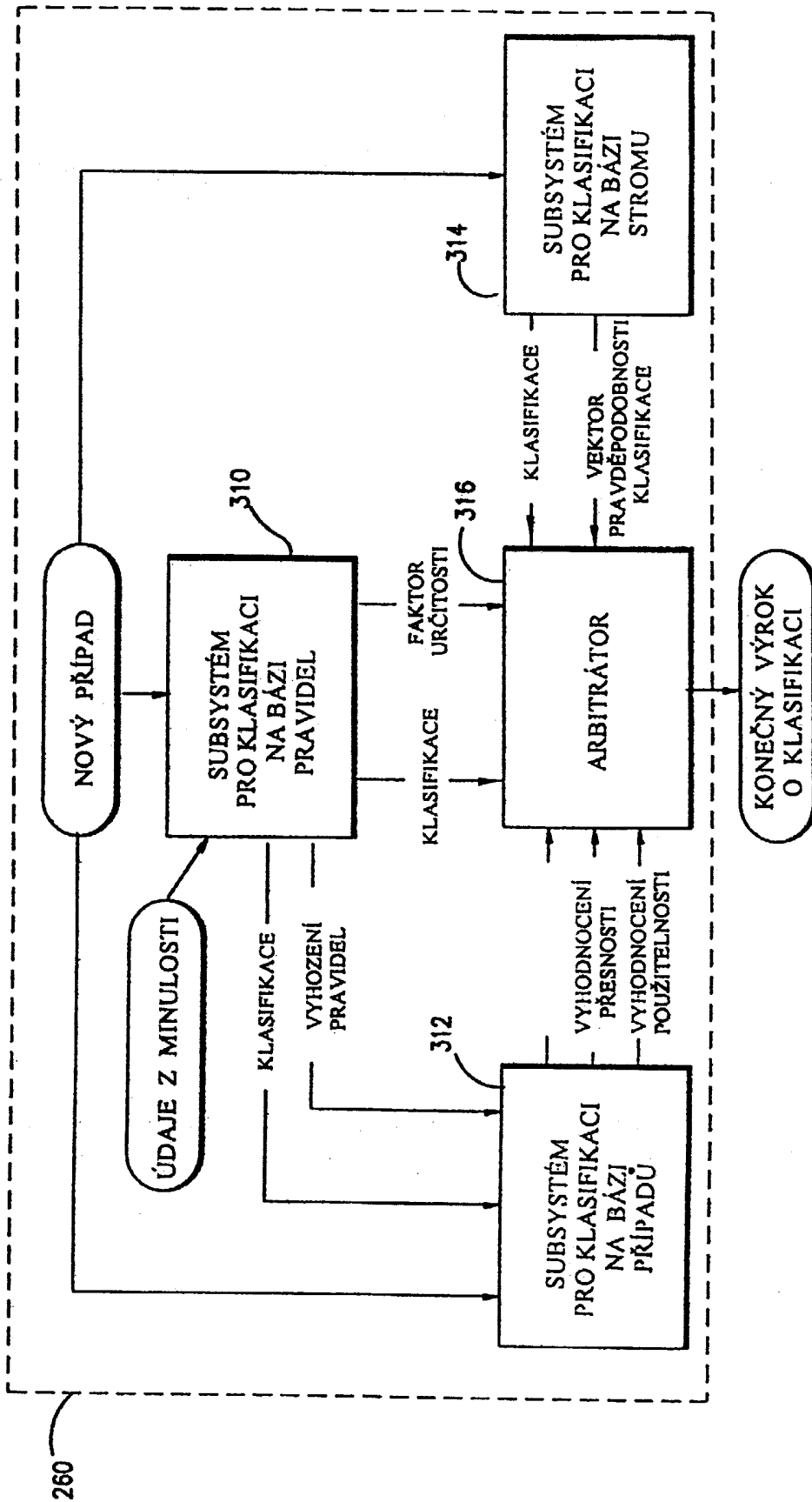
OBR. 1



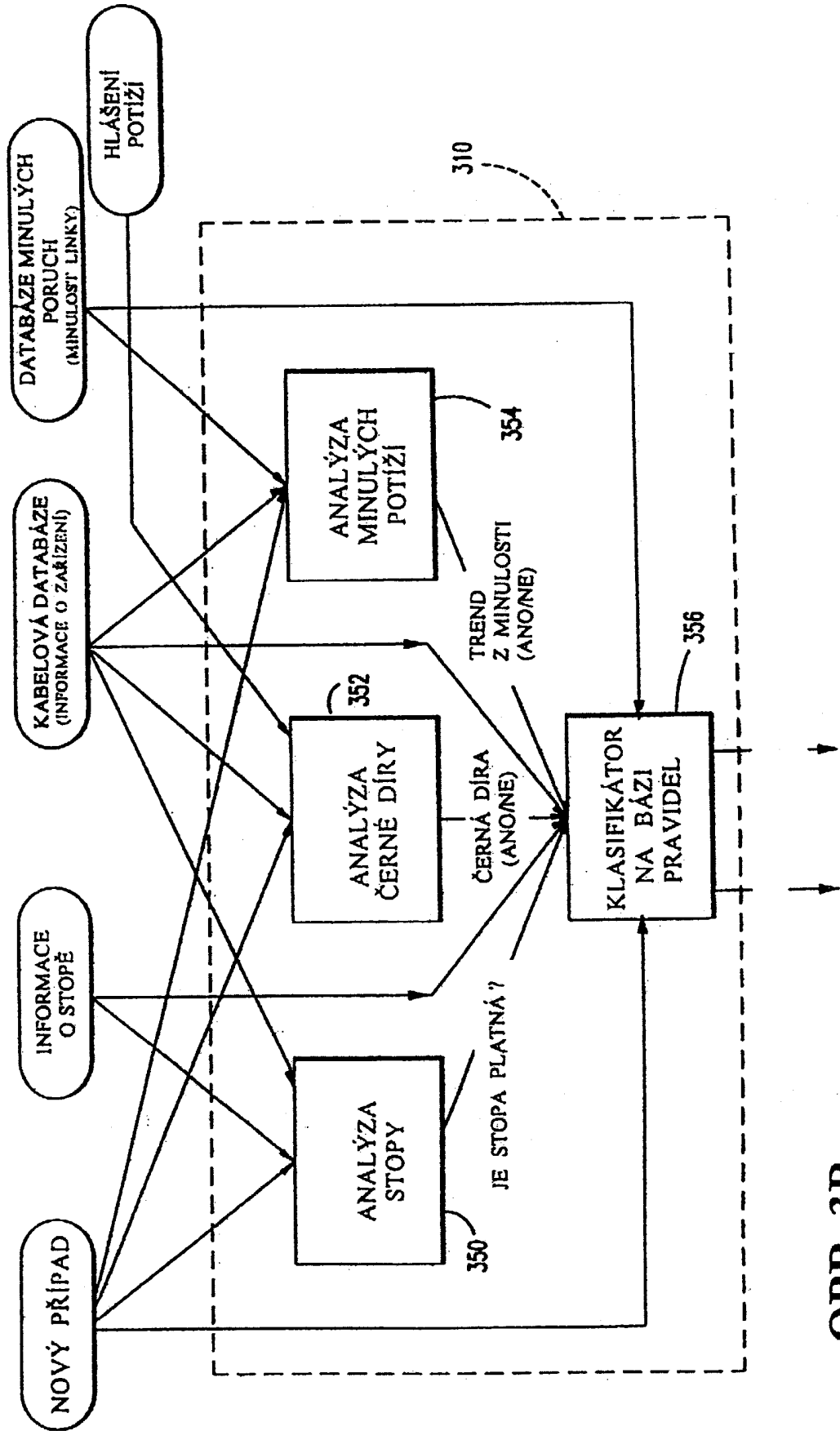
OBR. 2A



OBR. 2B



OBR. 3A



OBR. 3B



PRAVIDLA SPUŠTĚNA	DISPEČER. PŘIDĚLENÍ	UZAVŘENÍ	KONFIG. DATA	DC MODEL	AC MODEL	HODNOTY PARAMETRŮ	VYBAVENÍ OBJEKTU	DATUMKA
PRAVIDLA SPUŠTĚNA	DISPEČER. PŘIDĚLENÍ	UZAVŘENÍ	KONFIG. DATA	DC MODEL	AC MODEL	HODNOTY PARAMETRŮ	VYBAVENÍ OBJEKTU	DATUMKA

•
•
•


PRAVIDLA SPUŠTĚNA	DISPEČER. PŘIDĚLENÍ	UZAVŘENÍ	KONFIG. DATA	DC MODEL	AC MODEL	HODNOTY PARAMETRŮ	VYBAVENÍ OBJEKTU	DATUMKA
-------------------	---------------------	----------	--------------	----------	----------	-------------------	------------------	---------

DATABÁZE MINULÝCH PORUCH

OBR. 4A

ČÍSLO ZAŘÍZENÍ	ČÍSLO V SEZNAMU		KONFIG. DATA	DC MODEL	AC MODEL	HODNOTY PARAMETRŮ	VYBAVENÍ OBJEKTU	DATUMKA
ČÍSLO ZAŘÍZENÍ	ČÍSLO V SEZNAMU		KONFIG. DATA	DC MODEL	AC MODEL	HODNOTY PARAMETRŮ	VYBAVENÍ OBJEKTU	DATUMKA

•
•
•

ČÍSLO ZAŘÍZENÍ	ČÍSLO V SEZNAMU		KONFIG. DATA	DC MODEL	AC MODEL	HODNOTY PARAMETRŮ	VYBAVENÍ OBJEKTU	DATUMKA
----------------	-----------------	---	--------------	----------	----------	-------------------	------------------	---------

SLEDOVACÍ STOPOVÁ DATABÁZE

OBR. 4B

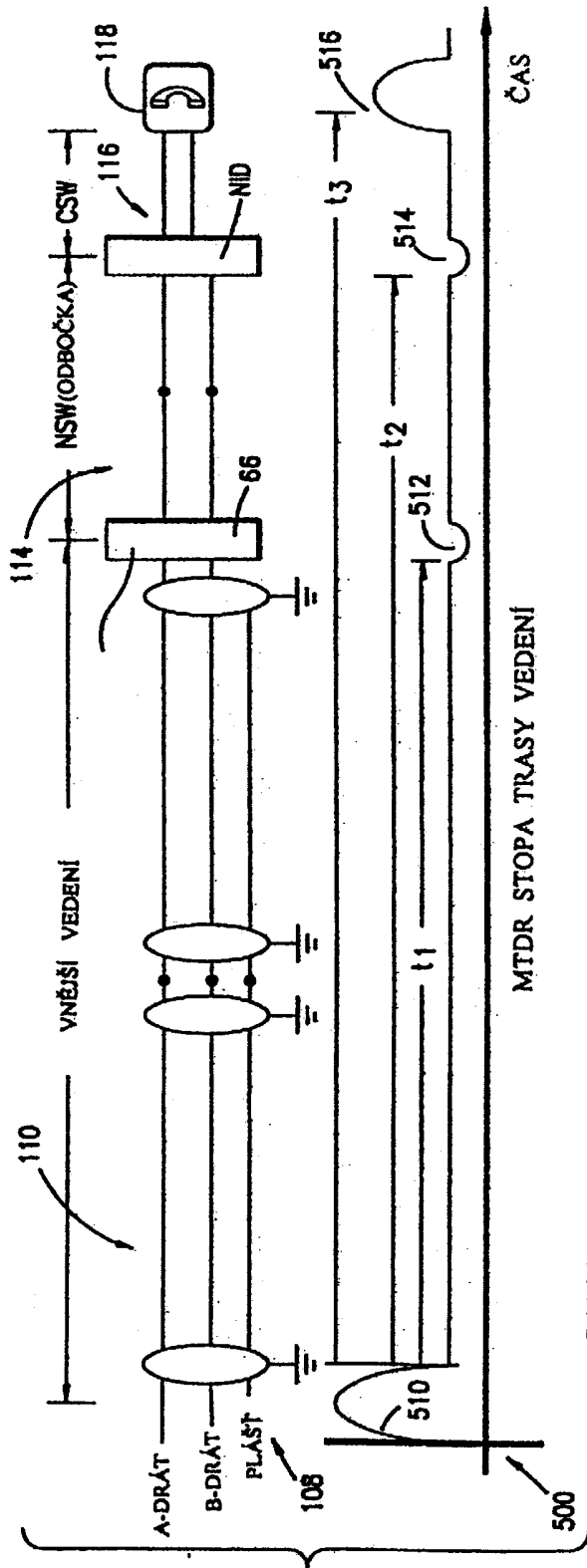
ČÍSLO ZAŘÍZENÍ	ČÍSLO KABELU	ČÍSLO V SEZNAMU	PŘIPOJENÍ K PŘEPOJOVAČI	PŘIPOJENÍ KE KABELU	INSTALAČNÍ PARAMETRY	LIMITY TŮ
ČÍSLO ZAŘÍZENÍ	ČÍSLO KABELU	ČÍSLO V SEZNAMU	PŘIPOJENÍ K PŘEPOJOVAČI	PŘIPOJENÍ KE KABELU	INSTALAČNÍ PARAMETRY	LIMITY TŮ

•
•
•

ČÍSLO ZAŘÍZENÍ	ČÍSLO KABELU	ČÍSLO V SEZNAMU	PŘIPOJENÍ K PŘEPOJOVAČI	PŘIPOJENÍ KE KABELU	INSTALAČNÍ PARAMETRY	LIMITY TŮ
----------------	--------------	-----------------	-------------------------	---------------------	----------------------	-----------

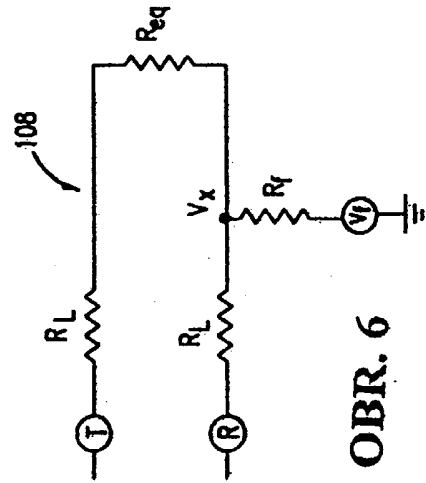
KABELOVÁ DATABÁZE

OBR. 4C



OBR. 5

MTDR STOPA TRASY VEDENÍ



OBR. 6

Konec dokumentu